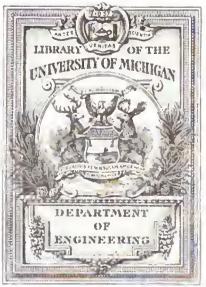
C 3 9015 00354 965 9
University of Michigan - BUHR


LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
DEPARTMENT
OF
ENGINEERING

LIBRARY
TF
201
.E46

ELEKTRISCHE KRAFT-BETRIEBE UND BAHNEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS GESAMTE ANWENDUNGSGEBIET
ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

HERAUSGEBER

PROFESSOR Dr.-Ing. WALTER REICHEL, CHARLOTTENBURG

SECHSTER JAHRGANG

MIT 838 ABBILDUNGEN UND 6 TAFELN

MÜNCHEN UND BERLIN
DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG
1908.

Inhaltsverzeichnis.

Das Zeichen * bedeutet, daß der betreffende Aufsatz mit Abbildungen versehen ist.

Das Zeichen † bedeutet Aufsätze aus dem Gebiete der Kraftübertragung und des Berg-, Hütten- und Fabrikationsbetriebes.

Originalaufsätze
(nach Titeln geordnet).

†*Anlagen. Die elektrischen — auf den Kaliwerken Friedrichshall, A.-G., Sehnde bei Hannover. Von W. Philippi 477
*Bahnbetriebe. Die elektrischen — in Österreich. Von W. A. Müller 88
*Bahnmotorwagen. Amerikanische —. Von Eugen Eichel, Beratender Ingenieur, Berlin-New York 677
*Batteriezusatzmaschine. Die umkehrbare —. Bauart Pirani, der Siemens-Schuckertwerke, G. m. b. H. (Mit Tafel II.) Von Dipl.-Ing. W. Weißhaar 161
*Benutzungsdauer. Über den Zusammenhang zwischen Stromkosten und —. Von G. Dettmar 141
Besprechung des neuen Entwurfes einer Polizeiverordnung, betreffend Einrichtung, Betrieb und Überwachung elektrischer Starkstromanlagen. Von K. Wilkens, Berlin 249
Betrieb, Die Versuche mit elektrischem — der schwedischen Staatsbahnen 370
*Betriebsbahnhof Brigittenau. Der neue — der städt. Straßenbahnen in Wien. Von L. Spängler 61
Buchführung, Sollen die städtischen Betriebe, wie Straßenbahnen, Wasser-, Gas- und Elektrizitätswerke, die kameralistische oder die kaufmännische — verwenden? Von Oberingenieur A. Schulte 359, 382, 425
*Dampfturbinen. Stehende — in Eisenbahnkraftwerken. Von Frank C. Perkins 109
Drehgestelle. Einachsige — für Straßenbahnwagen. Von M. Schiff 64
*Drehgestelle. Einachsige — für Straßenbahnwagen. Von Dipl.-Ing. Paul Herrmann 722
†*Druckwasseranlage. Die Erhöhung der Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der — auf Bahnhof Zoologischer Garten durch Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft. Von Max Meyer, Regierungs- und Baurat in Berlin 403
*Einführung des elektrischen Betriebes. Über die — auf den Bayerischen Staatsbahnen. (Mit Tafel III, IV, V.) Von Prof. Dr.-Ing. W. Reichel 245, 265, 309, 329, 349, 369
Einzelantriebe. Notizen über elektrische —. Von Wilhelm Kuhler 130
*Eisenbahn-Mastsignale, Elektrischer Antrieb für — Von L. Kohlfürst 252
†*Elektrohängebahnen. Die — und ihre Verwendung. Von C. Claus 703
†*Erz- und Kohle-Verladevorrichtungen. Einige amerikanische —. Von Eugen Eichel 537
*Freileitungsisolatoren. Das elektrische Verhalten der — und ihre Beurteilung. Von Dr. Gustav Benischke 41
†*Hauptschachtförderanlage. Die elektrisch betriebene — auf Grube Hamham der Oberbayerischen Aktiengesellschaft für Kohlenbergbau in Miesbach. Von Oberingenieur Janzen, Berlin . 517
*Hochspannungsprüfanlagen. Die — der Kabelfabrik der Siemens-Schuckertwerke, Nonnendamm. Von Leon Lichtenstein 205, 225
*Kabel. Zur Theorie der —. Von Leon Lichtenstein 444, 508, 542
*Kohletransporteinrichtungen. Moderne —. Von Frank C. Perkins 725
†*Kraftbetrieb. Der elektrische — auf den Werken der Bergbau-Akt.-Ges. Ilse. Von Dipl.-Ing. W. Bulz 417, 437
†*Kraftübertragungs- und Beleuchtungsanlagen. Die Entwicklung und jetzige Beschaffenheit der elektrischen — der Akt.-Ges. Peiner Walzwerk. Von F. Hartig 697, 717
*Kraftwerk. Das neue — der Vereinigten Gummiwarenfabriken Harburg-Wien in Harburg a. d. E. Von Dr.-Ing. H. Wille, Magdeburg 121
*Leistungsfähigkeit. Studie über die Erhöhung der — der Berliner Stadt- und Ringbahn. Von J. W. van Heyß, Kgl. Eisenbahn-Bauinspektor 145, 192
*Leistungsfähigkeit. Zusammenhang zwischen — und Zugfolgezeit einer Stadtbahn. Von G. Brecht, Regierungsbaumeister . . . 101
*Müllfeuerung. Elektrische Licht- und Kraftwerke mit —. Von Frank C. Perkins 87
*Münster-Schleifbahn. Die —. Von S. Herzog 293
*New York—New Haven und Hartford Bahn. Die elektrischen Einrichtungen der —. Von Ing. Wilh. Reinhart, Pittsburg 81, 103
*New Yorker Verkehrsverbesserungen. Von E. Eichel 422
†*Perioden-Umformer. Von Heyland 9, 29
*Riffelbildung. Über — an Straßenbahnschienen. Von K. Sieber, Nürnberg 465, 485, 547
*Rittnerbahn (Tirol), Die —. Von Dr.-Ing. Egon E. Seefehlner, Wien 577, 617
Rundschau. Von Prof. Dr.-Ing. W. Reichel 2
*Sandstreuvorrichtung. Erprobung einer neuen Schutzvorrichtung und einer neuen — bei den städt. Straßenbahnen in Wien. Von L. Spängler 185
†*Schachtanlage. Die — Heinrich und Robert des Steinkohlenbergwerks zu Wendel in Herringen bei Hamm i. W. Von Bergwerksdirektor A. Hoebstrate 3, 21, 45, 67
*Scheibenräder. Zur Berechnung schnellaufender —. Von Dr.-Ing. Roenmelt, Ingenieur der Siemens-Schuckertwerke 680
*Schienenstoß Meßwagen der städtischen Straßenbahnen in Wien. Von Direktor L. Spängler, Wien 568
†Schiffsring. Der elektrische —. Von Dr. Georg Meyer 637
*Schutzvorrichtungen. Die — an den Triebwagen der städtischen Straßenbahn in Dresden 667
*Schutzvorrichtung. Erprobung einer neuen — und einer neuen Sandstreuvorrichtung bei den städtischen Straßenbahnen in Wien. Von L. Spängler 185
*Stahlrohrsystem von Peschel. Die neuen Verbandvorschriften und das —. Von Hermann Cahen 389
*Strom. Der elektrische — im Landschaftshause, Von Prof. Franz, Charlottenburg 662
*Stromkosten. Über den Zusammenhang zwischen — und Benutzungsdauer, Von G. Dettmar 141
*Transformatoren. Versuche mit 100000 Volt-—. Von Dr. Gustav Benischke 687
†*Triebkraft. Die Anwendung elektrischer — in den Betrieben der Kgl. Bergingspektion zu Clausthal. Von Bergrat Schennen 397
*Tunnelentwürfe. Die — der Großen Berliner Straßenbahn 166, 188, 657
*Unipolarmaschinen der General Electric Co. Von E. Noeggerath, Schenectady 563
*Uppenhornkraftwerk. Das —. Von H. Niesz und Regierungsbaumeister K. Dantscher 314, 339, 354, 373, 406
Verkehrsfrage. Zur Berliner —. Von Geh. Regierungsrat Prof. E. Dietrich, Berlin 246
†*Verladeturbinen. Neuere — mit elektrischem Antrieb. Von Dipl.-Ing. F. Janssen, Berlin 497
*Verzasca-Werk. Das —. Von S. Herzog 457, 523
*Vollbahnen. Über die Einführung des elektrischen Zugbetriebes auf —. (Mit Tafel VI.) Von F. Felschmann 597
†*Walzenzugsmotoren. Die Bestimmung der Größe von —. Von Th. Schmitt 209

233095

Seite

*Wechselstrombahn. Die 15000 Volt — Seehach-Wettingen. Von S. Herzog 212, 229
*Wechselstromlokomotoren. Über — der Maschinenfabrik Oerlikon und ihre Wirkungen auf Telephonleitungen. Von Dr. Hans Behn-Eschenburg 557, 584, 624
*Wechselstrom-Kollektormotoren. Bemerkungen über die Kommutierung und die Spannungsempfindlichkeit von — für Vollbahnbetrieb. Von Prof. Dr.-Ing. W. Reichel 289
*Zugfolgezeit. Zusammenhang zwischen Leistungsfähigkeit und — einer Stadtbahn. Von G. Brecht, Regierungsbaumeister . . 101

Originalaufsätze
(nach Verfassern geordnet).

*Behn-Eschenburg Hans, Dr., Über Wechselstrombahnmotoren der Maschinenfabrik Oerlikon und ihre Wirkungen auf Telephonleitungen 557, 584, 624
*Benischke Gustav, Dr., Das elektrische Verhalten der Freileitungsisolatoren und ihre Beurteilung 41
*Benischke Gustav, Dr., Versuche mit 100000 Volt-Transformatoren 687
†*Bolz W., Dipl.-Ing., Der elektrische Kraftbetrieb auf den Werken der Bergbau-Akt.-Ges. Ibe 447, 437
*Brecht G., Regierungsbaumeister, Zusammenhang zwischen Leistungsfähigkeit und Zugfolgezeit einer Stadtbahn 101
*Cahen Hermann, Die neuen Verbandsvorschriften und das Stahlrohrsystem von Peschel 389
†*Class C., Die Elektrizitätsgebühren und ihre Verwendung . . 703
*Dettmar G., Über den Zusammenhang zwischen Stromkosten und Benutzungsdauer 141
Dietrich E., Geh. Regierungsrat Prof., Zur Berliner Verkehrsfrage 246
*Eichel Eugen, Beratender Ingenieur, Amerikanische Bahnmotorwagen 677
†*Eichel Eugen, Beratender Ingenieur, Einige amerikanische Erz- und Kohleverladevorrichtungen 537
*Eichel Eugen, Beratender Ingenieur, New Yorker Verkehrsverbesserungen 422
*Franz, Prof., Der elektrische Strom im Landschaftsbilde . . . 662
*Frischmuth E., Über die Einführung des elektrischen Zugbetriebes auf Vollbahnen. (Mit Tafel VI.) 597
†*Hartig F., Die Entwicklung und jetzige Beschaffenheit der elektrischen Kraftübertragungs- und Beleuchtungsanlagen der Akt.-Ges. Peiner Walzwerk 697, 717
*Herrmann Paul, Dipl.-Ing., Einachsige Drehgestelle für Straßenbahnwagen 722
*Herzog S., Ing., Das Verzasca-Werk 457, 523
*Herzog S., Ing., Die Münster-Schluchtbahn 293
*Herzog S., Ing., Die 15000 Volt-Wechselstrombahn Seehach—Wettingen 212, 229
†*Heyland A., Periodenumformer 9, 29
†van Heyll J. W., Kgl. Eisenbahn-Bauinspektor, Studie über die Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Berliner Stadt- und Ringbahn 145, 192
†*Hochstrate A., Bergwerksdirektor, Die Schachtanlage Heinrich und Robert des Steinkohlenbergwerks »de Wendel« in Hieringen bei Hamm i. W. 3, 21, 45, 67
†*Janssen F., Dipl.-Ing., Neuere Verladetrücken mit elektrischem Antrieb 497
†*Janzen, Oberingenieur, Die elektrisch betriebene Hauptschachtförderanlage auf Grube Hausham der oberbayerischen Aktiengesellschaft für Kohlenbergbau in Miesbach 517
*Kohlfürst L., Elektrischer Antrieb für Eisenbahn-Mastsignale . 258
Kübler Wilhelm, Notizen über elektrische Einzelantriebe . . . 130
*Lichtenstein Leon, Die Hochspannungsprüfanlagen der Kabelfabrik der Siemens-Schuckertwerke, Nonnendamm . . . 205, 225
*Lichtenstein Leon, Zur Theorie der Kabel 444, 508, 542
*Meyer Georg, Dr., Der elektrische Schiffsantrieb 637
†*Meyer Max, Regierungs- und Baurat, Die Erhöhung der Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Druckwasseranlage auf Bahnhof Zoologischer Garten durch Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft 403
M. C., Die Versuche mit elektrischem Betrieb der schwedischen Staatsbahnen 370
*Müller Wolfgang Adolf, Zivil-Ing., Die elektrischen Bahnlichtbilder in Österreich 88
*Niesz H., und Dantscher K., Regierungsbaumeister, Das Uppenbornkraftwerk 314, 339, 351, 373, 406
*Noeggerath F., Unipolarmaschinen der General Electric Co. . . 563
*Perkins Frank C., Elektrische Licht- und Kraftwerke mit Müllfeuerung 87
†*Perkins Frank C., Moderne Kohletransportierinrichtungen . . 725
*Perkins Frank C., Stehende Dampfturbinen in Eisenbahnkraftwerken 109
†*Philippi W., Die elektrischen Anlagen auf den Kaliwerken Friedrichshall, A.-G., Sehnde b. Hannover 477

Seite

*Reichel W., Prof. Dr.-Ing., Bemerkungen über die Kommutierung und die Spannungsempfindlichkeit von Wechselstrom-Kollektormotoren für Vollbahnbetrieb 289
Reichel W., Prof. Dr.-Ing., Rundschau 2
*Reichel W., Prof. Dr.-Ing., Über die Einführung des elektrischen Betriebes auf den Bayerischen Staatsbahnen. (Mit Tafel III, IV, V) 245, 265, 309, 329, 349, 369
*Reinhart Wilh., Ing., Die elektrischen Einrichtungen der New York-New Haven und Hartford Bahn 81, 103
*Roemmelt, Dr.-Ing., Ingenieur der Siemens-Schuckerwerke, Zur Berechnung schnellaufender Scheibenräder 680
†*Schennen, Bergrat, Die Anwendung elektrischer Triebkraft in den Betrieben der Kgl. Bergin spektion zu Clausthal . . . 397
*Schiff M., Einachsige Drehgestelle für Straßenbahnwagen . . . 64
†*Schmitt Th., Die Bestimmung der Größe von Walzenzugsmotoren 209
Schulte A., Oberingenieur, Sollen die städtischen Betriebe, wie Straßenbahnen, Wasser-, Gas- und Elektrizitätswerke, die kameralistische oder die kaufmännische Buchführung verwenden? 359, 382, 425
*Seefehlner Egon E., Dr.-Ing., Die Rittnerbahn (Tirol) . . 577, 617
*Sieber K., Über Riffelbildung an Straßenbahnschienen 465, 485, 547
*Spängler L., Direktor, Der neue Betriebsbahnhof Brigittenau der städtischen Straßenbahnen in Wien 61
*Spängler L., Direktor, Erprobung einer neuen Schutzvorrichtung und einer neuen Sandstreuvorrichtung bei den städtischen Straßenbahnen in Wien 185
*Spängler L., Direktor, Schienenstoß-Meßwagen der städtischen Straßenbahnen in Wien 508
*Weißhack W., Dipl.-Ing., Die unterirdnare Batteriezustandsmaschine, Bauart Pirani, der Siemens-Schuckerwerke, G. m. b. H. (Mit Tafel II.) 161
Wilkens K., Besprechung des neuen Entwurfes einer Polizeiverordnung, betreffend Einrichtung, Betrieb und Überwachung elektrischer Starkstromanlagen 249
*Wille H., Dr.-Ing., Das neue Kraftwerk der Vereinigten Gummiwarenfabriken Harburg-Wien in Harburg a. d. Elbe 121

Kleine Nachrichten.

Neue Bahnen.

Budweis. Elektrizitätswerk und Straßenbahn in — 710
Drohnbyez. Elektrische Straßenbahn der Stadt — 711
Mährisch-Ostrau nach Karwin. Elektrische Bahn — 196
Salzburg—Berchtesgaden. Elektrische Bahn — 111

Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

*Abwässeranlage. Das Kraftwerk der — von Chicago . . 452, 500
*El Corchado—Sevilla. Die Kraftübertragung — 257
*Kraftanlagen. Neuere elektrische — in British Columbien . . 590
†*Rombacher Hüttenwerken, Elektrische Anlagen in den — . . 407
*Stromsystem und verwandte Fragen 570
Stromversorgung. Die — von Buffalo U. S. A. von den Niagarafällen aus 133

Umwandlung der mechanischen Energie in elektrische.

*Dynamometer. Ein neues — für Gasmotoren 472

Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft.

Drahtseilbahn. Umwandlung einer — in elektrischen Betrieb . 112
†Einführung des elektrischen Betriebes auf einem amerikanischen Bergwerke 174
†*Förderanlage. Elektrisch betriebene — für den Mauveschacht der konsolidierten Heinitzgrube, Beuthen, O.-S. 630
†*Gutehoffnungshütte, Der elektrische Kraftbetrieb der —. 319, 343
*Klöpper. Elektrischer — für Eisenbahnwagen 550
†*Kraftbetrieb. Über den elektrischen — in den beiden Hauptwerken der Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke 52
†*Kraftbetrieb, Über den elektrischen — in der Lokomotivfabrik zu Wildau. (Mit Tafel I.) 73
*Schiebebühnen. Elektrisch betriebene 196
*Turmdrehkrane mit elektrischem Antriebe 302
*Verwendung elektrischer Triebkraft und Druckluft beim Bau des New Yorker Tunnels 511

Seite

†*Walzenstraßenmotoren. Anlasser für große — 529
*Wasserhaltungen. Elektrisch betriebene —. 150
Wasserhaltung der Penn Iron Mining Co., Vulcan, Mich. . . 669
*Zentrifugalpumpen. Schnellaufende Motoren für — 172

Beschreibung ausgeführter oder geplanter Bahnanlagen sowie besonderer Systeme.

*Baker Street und Waterloo Untergrundbahn. Die — in London . 32
Gleislose elektrische Omnibuslinie. Die zweite — in Österreich 530
Mattuglie—Abbazia—Lovrana. Elektrische Bahn — 233
Niedersedlitz—Lockwitz—Kreischa. Elektrische Bahn — . . . 491
*Schwebebahn. Die Probestrecke der zukünftigen Berliner — . 134
*St. Johann—Riegelsberg—Heusweiler. Die elektrische Bahn — 728
*Straßenbahn von Buenos Aires. Die elektrische — 550

Bau der Strecken.

*Fellmaschine, Fahrbare — zur Bearbeitung von Schienen . . 35
*Montageleiter, Auf Gleis und Straße fahrbare — 234

Stromleitung.

*Glühlampen und Isolationsprüfungen, Zubehörteile für — . . 112
*Kondensatoren, Industrielle — für Hochspannung 93

Signalwesen.

Semaphorarme. Elektrische beleuchtete — 151
*Weichenstellvorrichtung, Pars automatisch-elektrische —. . . 512

Bau der Fahrzeuge.

*Akkumulatorendoppelwagen der Preußischen Staatsbahnen . . 631
*Güterzuglokomotive. Eine kräftige elektrische — amerikanischer Bauart 609

Der elektrische Antrieb.

Bahnmotoren mit Wendepolen 429

Bremsen.

*Bremsscholverbrauch der New Yorker Straßen-, Hoch- und Untergrundbahnen 711
*Luftpumpe mit elektrischem Antrieb für Gleich- und Wechselstrombahnen 731

Beleuchtung, Heizung und Lüftung.

›Helios‹-Bogenlampe 75
Luftverhältnisse in den Tunnels der New Yorker Untergrundbahn 175
*Zugbeleuchtung. Moderne elektrische — in Amerika 235

Bahnbetrieb und Unterhaltung, Verkehrswesen.

*Hilfsgerätewagen im Straßenbahnbetriebe 430
Straßenbahn-Verkehrsort. Die Berliner — 552

Wirtschaftliche Untersuchungen.

Betriebsergebnisse der elektr. gleislosen Bahn in Ahrweiler . . 36
*Braunkohlen-Großgasmaschinen, Abnahmeversuche an —. . . . 151
Einführung des elektrischen Betriebes. Die Vorbereitungen der Staatsbahnverwaltung für die — auf Hauptlinien (in Österreich) 14
Erzeugung, Wirtschaftliche — und Ausnutzung von Dampf und Kraft im Kalibergbau 601
Motorwagen im Eisenbahnbetrieb. Die Bedeutung der — . . . 105
†*Umkehrwalzenstraßen. Zur Frage des Antriebes von 669

Allgemeines.

*Akkumulatoren-Reinigungs-Apparat 154
*Anlaßtransformatoren der F. G. I. 113
*Glühlampenprüfapparat 348
*Heylandgetriebe 75
*Hühnerbrutsapparate. Der Niagarafall als Kraftquelle für —. . 530
Jahresbericht der Technischen Prüfanstalten des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins 501
Lager-Weißmetall 220
Maschinenbaukunst. Erfolge deutscher — 453
*Meßdrücke mit Galvanoskop für Blitzableiter und Widerstandsmessungen aller Art. 472

Seite

Telephon. Lautsprechendes — 364
Verkehrsfragen. Berliner — 13
Verdegang. Der — der Elektrotechnik 218, 236
Zugkraft elektrischer Maschinen 501, 632
Zusammenstoß auf der Schwebebahn Barmen—Elberfeld . . . 453

Aus dem Rechtsleben.

Betriebsunfall 76, 155, 324
Elektrizitätswerk, Städtisches — ist eine Fabrik 385
Haftpflicht 239, 513, 573, 712
Haftpflichtfall 501, 632
Haftpflichtfälle 385
Steckenlassen der Fahrkurbel 76
Stromleitungen, Bedeutung elektrischer — 239
Umsteigekarten. Die Einführung der — auf den Wiener Straßenbahnen 97
Verhältnis der Polizei zur Telegraphenverwaltung 324

Fragekasten

. 56

Berichtigung.

Berichtigung betr. ›Das neue Kraftwerk der Vereinigten Gummiwarenfabriken Harburg-Wien in Harburg a. d. Elbe‹ . . . 307
Berichtigung betr. ›Denkschrift über die Einführung des elektrischen Betriebes auf den Bayerischen Staatseisenbahnen‹ . . 477
Berichtigung betr. ›Die Kraftübertragung El Corchado—Sevilla‹ 412
Berichtigung betr. ›Die Rütterbahn‹ 712
Berichtigung betr. ›The Years Progress in the Design of Electric Generators for Direct Connection to Steam Turbines‹ . . . 239

Zuschriften an den Herausgeber.

Benischke Dr. G., betr. Zuschrift Porzellanfabrik Hermsdorf, S.-A. 532
Cronbach, betr. Angaben über die Verwendung schwerer elektrischer Lokomotiven 307
Eichberg Dr. Friedrich, betr. eine elektrische Lokomotivförderung für 2000 Volt Gleichstrom 116
Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke, Akt.-Ges., betr. über die Einführung des elektrischen Zugbetriebes auf Vollbahnen . . . 692
Ganzsche Elektrizitäts-Akt.-Ges., betr. über die Einführung des elektrischen Zugbetriebes auf Vollbahnen 691
Gerstle Julius, betr. Ersatz der Dampflokomotive durch elektromotorische Triebwagen 220, 492
Heym W., betr. Ersatz der Dampflokomotive durch elektromotorische Triebwagen 220
*Porzellanfabrik Hermsdorf, S.-A., betr. das Verhalten von Freileitungsisolatoren und ihre Beurteilung 531
Valatin Béla, betr. Rundschau 115
Valatin Béla, betr. Zuschrift Cronbach ›Angaben über die Verwendung schwerer elektrischer Lokomotiven‹ 453

Geschäftliches.

Seite: 116, 199, 412, 632.

Aus den Geschäftsberichten.

Aachener Kleinbahngesellschaft 1906 und 1907 . . . . . 16, 591
Aktiengesellschaft Straßenbahn und Elektrizitätswerk Altenburg für das Jahr 1906 bis 1907 324
Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft, 1. Juli 1906 bis 30. Juni 1907 136
Barmen-Elberfeld, Elektrische Straßenbahn 1907 431
Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. W. Lahmeyer & Co., Frankfurt a. M., Geschäftsjahr 1906 bis 1907 176
und 1907 bis 1908 633
Erfurter Elektrische Straßenbahn zu Erfurt, 14. Geschäftsjahr 1906 bis 1907 260
Lahrer Elektrische Straßenbahn, 1. Jan. bis 31. Dez. 1906 . . 57
Mainz, Dritter Rechenschaftsbericht des Straßenbahnamtes der Provinzialhauptstadt — für das Rechnungsjahr 1906 473
Mühlhausener Elektrizitätswerke, 1. April 1907 bis 31. März 1908 532
Remscheider Straßenbahngesellschaft 1906 36
Rheinische Bahngesellschaft Düsseldorf 1907 553
Siemens & Halske, Akt.-Ges., 1. Aug. 1906 bis 31. Juli 1907 . 116
Siemens-Schuckertwerke, G. m. b. H., 1. Aug. 1906 bis 31. Juli 1907 155
Städtische Straßenbahn in Frankfurt a. M., 1. April 1906 bis 31. März 1907 492
*Städtische Straßenbahn zu Freiburg i. B. 1906 . . . . . 200, 239
Straßen-Eisenbahn-Gesellschaft in Hamburg 1906 und 1907 . . 76, 692
Straßenbahn Hannover 1907 413
Ungarische Elektrizitäts-Akt.-Ges. 1907 364
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co., Breslau, 36. Geschäftsbericht 1907 573

Neue Bücher.

Seite

Adreßbuch 1908/09 sämtlicher Bergwerke und Hütten Deutschlands mit Nebenbetrieben 713
Adreßbuch 1908 sämtlicher Eisenbahnen, Straßenbahnen und Dampfschiff-Gesellschaften Europas 348
Blochmann Dr. R., Grundlagen der Elektrotechnik 474
Brisker Carl, Einführung in das Studium der Eisenhüttenkunde . 573
Brünier J., Selbstkostenberechnungen für Maschinenfabriken . . 673
Deutscher Kalender für Elektrotechniker 77
Die deutschen elektrischen Straßenbahnen. Sekundär-, Klein- und Pferdebahnen. 433
Die Eisenbahntechnik der Gegenwart, Abschnitt B und C . . . 17
Die Eisenbahntechnik der Gegenwart, II. Band, II. Abschnitt . 413
Ertel Artur, Handbuch für den Bau und die Instandhaltung der Oberleitungsanlagen elektrischer Bahnen 177
Ergänzungssteuergesetz, Das neue preußische — vom 19. Juni 1906 494
Esche Fr., Der praktische Installateur elektrischer Haustelegraphenanlagen und Telephone 77
Führer durch die Sammlungen des Deutschen Museums von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik in München 433
Gebührenordnung der beratenden Ingenieure für Elektrotechnik 241
Gemeinfaßliche Darstellung des Eisenhüttenwesens 573
Gewerbesteuergesetz. Das preußische — 495
Güldner Hugo, Kalender für Betriebsleitung und praktischen Maschinenbau. 432
Handbuch der Ingenieurwissenschaften, V. Teil, 4. Band . . . 325
and V. Teil, 8. Band 513
Heinzerling W., Prüfung und Kritik einer Bilanz 713
Herzog Siegfried, Elektromechanische Anwendungen 261
Herzog und Feldmann, Handbuch der elektrischen Beleuchtung 494
Holl, Der Turbinenrechenscheiber und seine Anwendung zur Projektierung von Wasserkraftanlagen 712
Hoppe Fritz, Projektierung und Betrieb von elektrischen Beleuchtungs- und Kraftübertragungsanlagen 386
Hoppe Fritz, Wie stellt man Projekte, Kostenanschläge und Betriebskostenberechnungen für elektrische Licht- und Kraftanlagen auf? 241
Illustrierte Technische Wörterbücher in sechs Sprachen. Band III: Die Dampfkessel, Dampfmaschinen und Dampfturbinen . . . 633
Isarwerke, G. m. b. H., München 673
Johanning Albert N. P., Die Organisation der Fabrikbetriebe . 453
Joly Hubert, Technisches Auskunftsbuch für das Jahr 1908 . . . 433
Josse E., Großstädtische Kraftwerke für Privatbetriebe 136
Kaplan Viktor, Bau rationeller Francisturbinenlaufräder 555
Königswerther Alex., Elektrotechnische Meßkunde, zugleich Leitfaden für das elektrotechnische Praktikum 594
Kranse Rudolf, Messungen an elektrischen Maschinen, Apparate, Instrumente, Methoden, Schaltungen 221
Krebs Dr. A., Moderne Dampfturbinen und Turbinenschiffe . . . 731
Kyser Herbert, Die elektrischen Bahnen und ihre Betriebsmittel 117
Lindner Dr. Max, Schaltungsbuch für Schwachstromanlagen . . . 713
Meili Dr. F., Die drahtlose Telegraphie im internen und Völkerrecht 474
Meyer Dr.-Ing. F. W., Die Berechnung elektrischer Anlagen auf wirtschaftlichen Grundlagen. 693
Meyer Hermann, Lehrbuch der allgemeinen mechanischen Technologie der Metalle 201

Seite

Miehenfelder C., Neuere Transport- und Hebevorrichtungen . . 386
Niebuhr Dr.-Ing. Hermann, Experimentaluntersuchungen über die Selbstinduktion in Nuten gebetteter Spulen bei hoher Frequenz 693
Praktischer Ratgeber bei Steuereinschätzung und Steuerreklamationen nebst preußischem Einkommensteuergesetz 494
Prasch Adolf, Die Fortschritte auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie 116
Radeke Albert, Des Technikers Ratgeber in Gesellschafts- und einfachen Rechtsfragen 433
Recke Dr. O., Druck- und Geschwindigkeitsverhältnisse des Dampfes in Freistrahl-Gegenturbinen 137
Rosenfeld B., Praktische Gesichtspunkte bei direktem Zusammenbau der Dynamos mit ihren Antriebsmaschinen 693
Schönheit Dr. Friedrich, Die Elektrizität als Wärmequelle . . . 594
Schultz-Nibora R., Allgemeine Eisenbahnkunde für Studium und Praxis. IV. Teil: Die Bewirtschaftung und Verwaltung der Eisenbahnen 533
Seyfert, Führer durch die elektrotechnische und elektrochemische Literatur. 533
Spiri H., Die Antriebsmotoren für elektrische Stromerzeuger . . 57
Stindelmann E., Der Schalttafelwärter 37
Stern Dipl.-Ing. P., Die Revision elektrischer Starkstromanlagen 713
Stockhausen Dr.-Ing. K., Der eingeschlossene Lichtbogen bei Gleichstrom 97
Theisig Dr. jur. Kurt, Die Rechtsstellung der Straßenbahngesellschaften gegenüber dem Staate und der Gemeinde nach sächsischem Recht 365
Transmissionen 633
Weber Heinrich, Die elektrischen Kohlenglühfadenlampen, ihre Herstellung und Prüfung 713
Wegner-Dallwitz Dr., Die Explosionsturbine als Reaktionsturbine in Theorie und Konstruktion 454
Weigel Robert, Konstruktion und Berechnung elektrischer Maschinen und Apparate 365
Wietz und Erfurth, Hilfsbuch für Elektropraktiker 157

Zeitschriftenschau.

Seite: 18—20. 38—40, 58—60, 78—80, 98—100. 117—120, 138—140. 157—160, 177—184, 201—204, 221—224, 241—244, 262—264, 307—308, 325—328, 365—368, 386—388, 413—416, 433—436, 454—456, 474—476, 495—496, 514—516, 533—536, 555—556, 574—576, 594—596, 613—616, 634—636, 650, 673—676, 694 bis 696, 713—716, 732—736.

Verzeichnis der Tafeln.

I. Über den elektrischen Kraftbetrieb in der Lokomotivfabrik zu Wildau.
II. Die umkehrbare Batteriezusatzmaschine, Bauart Pirani, der Siemens-Schuckertwerke.
III., IV., V. Über die Einführung des elektrischen Betriebes auf den Bayerischen Staatsbahnen.
VI. Über die Einführung des elektrischen Zugbetriebes auf Vollbahnen.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN
CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:
Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Chefingenieur DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDINGI-Charlottenburg; Geh. Baurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **4. Januar 1908.** **Heft 1.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.
ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36-maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.
Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.
Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werde unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Einladung zum Abonnement. S. 1.
Rundschau. S. 2.
Die Schachtanlage Heinrich & Robert des Steinkohlenbergwerks „de Wendel" in Herringen bei Hamm in Westf. Von Bergwerksdirektor A. Hochstrate in Herringen bei Hamm. S. 3.
Periodenumformer. Von A. Heyland. S. 9.
Kleine Nachrichten. S. 13. Allgemeines: Berliner Verkehrsfragen. — Wirtschaftliche Untersuchungen: Die Vorbereitungen der Staatsbahnverwaltung für die Einführung des elektrischen Betriebes auf Hauptlinien in Österreich.
Aus den Geschäftsberichten. S. 16. Geschäftsbericht für 1906 der Aachener Kleinbahngesellschaft.
Neue Bücher. S. 17. — Zeitschriftenschau. S. 18.

Einladung zum Abonnement!

Gestatten Sie uns, Sie hiermit zum Abonnement auf den neuen Jahrgang (1908) der

„Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen"

einzuladen. Seit Januar 1907 hat das Programm der Zeitschrift eine Erweiterung dahin erfahren, daß auch die elektrischen Anlagen der Berg- und Hüttenwerke und jene Maschinenbetriebe, welche sich des elektrischen Stromes als Triebkraft bedienen, besondere Berücksichtigung finden. Außerdem umfaßt das Programm der „Elektrischen Kraftbetriebe und Bahnen" nach wie vor nicht nur elektrische Eisenbahnen im gewöhnlichen Sinne des Wortes, also Vollbahnen, Nebenbahnen, Kleinbahnen und Straßenbahnen, sondern erstreckt sich auch auf Drahtseilbahnen, Massengüterbewältigung, Hebezeuge, Aufzüge und Fördermaschinen, Selbstfahrer, Schiffahrt, elektrische Treidelei etc. Auch die wirtschaftliche Seite findet eine ihrer hohen Bedeutung entsprechende Würdigung.

Über den Wert und die Bedeutung der Zeitschrift etwas zu sagen, erübrigt sich. Der Name des Herausgebers und die Unterstützung der ständigen Mitarbeiter dürften dafür die besten Garantien geben. Es sind durchweg Namen, die in der Fachwelt den besten Klang haben. Daß sich die Zeitschrift auf den richtigen Bahnen bewegt, beweist schon die Tatsache, daß die Abonnentenzahl dauernd im Steigen begriffen ist.

Die „Elektrischen Kraftbetriebe und Bahnen" erscheinen jährlich 36 mal zu je 20 Seiten Text mit etwa 800 Abbildungen.

Die alten Abonnenten möchten wir bitten, ihr Abonnement umgehend zu erneuern, damit in der Zustellung keine Verzögerung eintritt. Bestellkarte anbei!

München und Berlin.

R. OLDENBOURG
Verlagsbuchhandlung.

Rundschau.

Auf dem **Gebiete elektrischer Kraftbetriebe** hat das vergangene Jahr keine wesentlichen Neuerungen gebracht, dagegen eine ganze Reihe von Verbesserungen bekannter mit Hilfe des elektrischen Antriebes vorgenommener Prozesse, Vervollkommnungen vorhandener Konstruktionen und Erweiterungen bestehender Anlagen.

Vornehmlich sind in dem elektrischen Kraftbetriebe für Eisenhüttenwerke Fortschritte genacht worden. So z. B. sind auf dem Gebiete der Elektrostahlerzeugung bedeutende Verbesserungen an den sog. elektrischen Induktionsöfen nach den verschiedenen Systemen von Kjellin, Stassano und Héroult getroffen und in Betrieb genommen worden. Es ist bereits gelungen, auf dem Wege des elektrischen Schmelzverfahrens, welches bekanntermaßen nur zum Verfeinern des fertigen Eisens dient, die Erzeugung bestimmter Eigenschaften des Eisens und Stahls in weitgehendem Maße zu beherrschen, indem alle Unreinheiten aus demselben ausgetrieben und Kohlenstoff oder andere Elemente in beliebigem Verhältnis zugefügt werden können. Wenn ein Elektrostahl durch das elektrische Schmelzverfahren so weit verfeinert wird, daß sein Gefüge wesentlich dichter, seine Festigkeitsziffern bessere werden und sich ein gesehweißter, abgeschreckter und mit Gewinde versehener Bolzen an der Schweißstelle kalt um 180° biegen läßt, ohne ein äußeres Anzeichen nachteiliger Strukturveränderung, geschweige denn ein Einreißen zu zeigen, so ist wohl anzunehmen, daß die Erhöhung des Preises pro t um etwa M. 20, d. i. also um 2 Pf. pro kg sich durchaus lohnt, da beim Verbrauch den Mehrausgaben für das Material an sich Ersparnisse an Menge des Materials gegenüberstehen werden. Für die Weiterverbreitung der Elektrostahlerzeugung und der Vergrößerung des elektrischen Kraftbetriebes nach dieser Richtung hin bestehen daher gute Aussichten, die wir hauptsächlich dem Umstande zu verdanken haben, daß die Schwierigkeiten der Konstruktion der Öfen und Transformatoren durch das Zusammenwirken der Hüttening enieure und Elektroingenieure bewältigt worden sind.

Auch das Gebiet des elektrischen Antriebes von Walzenstraßen, insbesondere von Reversierwalzenstraßen hat sich ausgedehnt. Außer der 4000- bis 9000-pferdigen Walzenstraße der Hildegardhütte in Trzynietz sind weitere Straßen, so z. B. in Resicza zwei gleiche Straßeneinrichtungen, ferner beim Georgs-Marien-Bergwerks- und Hüttenverein eine Straße mit 7000, auf der Rombacher Hütte eine mit Leistungen bis zu 12000 PS in Betrieb gekommen bzw. kommen demnächst in Betrieb. Wer eine solche neuartige Anwendung elektrischer Triebkraft im Betriebe vor Augen gehabt hat und nieht von der außerordentlichen Bequemlichkeit, Übersichtlichkeit, Ruhe und Sicherheit der Handhabung überzeugt ist, dem wird auch ein ziffermäßiger Nachweis eine Überzeugung von den sich ergebenden Vorteilen nicht verschaffen. Der Vermehrung der Anlagen mit elektrischem Reversierstraßenantrieb stehen jedenfalls keine Hindernisse mehr in Gestalt großer Konstruktionsschwierigkeiten oder solche in Gestalt geringer Wirtschaftlichkeit im Wege.

Im elektrischen Kraftbetriebe für den Bergbau haben die Anlagen elektrischer Fördermaschinen, elektrischer Wasserhaltungen mit schnellaufenden Kreiselpumpen und alle Arten der Verwendung elektrischer Motoren zum Antriebe von Arbeitsmaschinen an Ausdehnung ständig zugenommen und haben sich normal weiter entwickelt, wie vorauszusehen war. Besondere bahnbrechende Neuerungen sind nicht zu verzeichnen gewesen. Das gleiche gilt vom elektrischen Kraftbetriebe in Fabrikationswerkstätten.

Was endlich das **Gebiet elektrischer Bahnen** anlangt, so ist auf diesem ein wichtiges Ereignis zu verzeichnen, das ist die Inbetriebsetzung der elektrischen Vorortbahn Hamburg—Blankenese—Ohlsdorf, der ersten mit einfachem Wechselstrom von 25 Perioden und 6000 Volt Spannung betriebenen Staatseisenbahn. Bisher hat sich der Betrieb glatt abgewickelt, und es sind Störungen im Verkehr kaum eingetreten. Dabei liegen die Verhältnisse noch insofern besonders schwierig, als nicht eine neugebaute Bahn in Betrieb gesetzt wurde, sondern von vollem provisorischen Dampfbetriebe auf vollen elektrischen Betrieb übergegangen werden muß. Abgesehen von einigen, bei jedem neuen Betrieb anfänglich auftretenden Erscheinungen, die aber den Betrieb an sich nicht beeinflussen und sich rasch beseitigen lassen, ist die Gesamtheit des elektrischen Betriebes in regelmäßigem Gange. Bald wird man dazu übergehen, die letzte Dampflokomotive einzuziehen und nur noch elektrische Motorwagen verkehren zu lassen.

Mit der Erprobung der Brauchbarkeit des Einphasensystems für Staatsbahnen eröffnen sich dann auch weitere Aussichten auf die Elektrisierung von größeren Staatsbahnbezirken, in erster Linie von Vorortbahnen, wie z. B. der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen. Freilich wird wohl noch ein Weilchen damit gewartet werden, bis Betriebsergebnisse von Hamburg vorliegen, aber inzwischen wird keine Zeit verloren gehen, sondern man wird wenigstens die umfangreichen Projekte im Gesamtwerte von 100 bis 150 Mill. durcharbeiten, was auch Jahr und Tag in Anspruch nimmt. Daß unsere Staatsbahnverwaltung mit Anwendung des einfachen Wechselstromes den richtigen Weg beschritten hat und bahnbrechend vorgegangen ist, das ist durch die Reise einer Studienkommission bestätigt worden, die auf Veranlassung und unter Führung des Herrn Geheimen Baurat Wittfeld in diesem Sommer eine Reihe großer elektrischer Kraftanlagen und Eisenbahnen in Nordamerika besichtigt hat. Zu derselben waren, wie bekannt, von seiten der drei großen Elektrizitätsfirmen die Herren Pforr, Frischmuth und Jordan als Abgeordnete entsandt und vom Herrn Minister der Verfasser dieses als sachverständiger Teilnehmer zugezogen worden. Die überaus liebenswürdige Aufnahme, welche der Kommission in Amerika zuteil wurde, setzte sie in den Stand, eingehende Studien zu machen. Deren Endergebnis kann ich darin gipfelnd angesehen werden, daß in Amerika umfangreiche Ausbauten elektrischer Eisenbahnen mit einfachem Wechselstrom teils im Gange, teils bereits im Betriebe sind, im ganzen in einer Gesamtstreckenlänge von über 1500 km. Darunter befinden sich einzelne Städtebahnen, auf deren Linien elektrische Motorwagen mit 100 km Fahrgeschwindigkeit bei 10000 Volt Spannung verkehren.

Aber nicht nur in Preußen, sondern auch in Bayern, Baden, Schweiz, Österreich, Schweden und in England beginnt das neue Zeitalter der Ausrüstung größerer Eisenbahnen mit elektrischem Antrieb, und zwar fast überall durch einfachen Wechselstrom. So ist z. B. am 1. Dezember auf der ersten Strecke der Schweizer Bundesbahnen von Seebach nach Wettingen der elektrische Betrieb mit Wechselstrom von 15000 Volt und 15 Perioden eröffnet worden, und andere Strecken werden nachfolgen. In England kommt die Midland Railway und die London—Brighton-Bahn in Betrieb. In Bayern, Schweden und Österreich steht ebenso wie in der Schweiz die Ausnutzung großer Wasserkräfte für den Eisenbahnbetrieb bevor. Teils handelt es sich hier darum, Kohlenersparnisse zu erzielen, teils kommt es auch darauf

an, die Ausnutzung der Wasserkräfte zusammenfassend für staatliche Betriebe zu sichern und nicht in zu weitgehendem Maße für die Zwecke der Privatindustrie zu zersplittern. In Schweden hat man den Versuchsbetrieb in diesem Jahre abgeschlossen und wird nunmehr dazu übergehen, den Plan für den weiteren Ausbau des Bahnnetzes dem Reichsrate vorzulegen (wie bereits in Nr. 17 (1907) unserer Zeitschrift berichtet) und die Mittel hierzu zu bewilligen. Für Bayern und Österreich sind die umfangreichen Vorarbeiten für die Ausnutzung der Wasserkräfte ebenfalls beinahe abgeschlossen, und es wird an einen allmählichen Ausbau der elektrischen Linien herangetreten [1]) Kurz, überall findet der einfache Wechselstrom für Bahnzwecke wegen seiner Tragweite und der einfachen Fahrdrahtleitung immer mehr Anhänger, und es darf uns zur besonderen Freude gereichen, daß das von unserer Staatsbahnverwaltung auf Veranlassung von Herrn Geheimrat Wittfeld im Jahre 1902 gegebene Beispiel der Erprobung und Anwendung des einfachen Wechselstromes fast überall Anklang findet. Also auch für das Gebiet elektrischer Bahnen bestehen große Hoffnungen auf weitere Verbreitung der Anwendung elektrischer Triebkraft.

Wir beginnen daher das neue Jahr mit guten Aussichten auf weitere Ausdehnung des Anwendungsgebietes elektrischer Triebkraft. Es ist deshalb auch zu hoffen, daß den Lesern der Zeitschrift über viele interessante Verbesserungen und Neuerungen auf allen Einzelgebieten wird berichtet werden können und daß das gewählte Programm ebenso durchgeführt werden wird wie im vergangenen Jahre, wovon das Inhaltsverzeichnis der abgedruckten Aufsätze ein deutliches Bild gibt.

Prof. Dr. Ing. W. Reichel.

Die Schachtanlage Heinrich & Robert des Steinkohlenbergwerks „de Wendel" in Herringen bei Hamm i. Westf.

Von Bergwerksdirektor **A. Hochstrate** in Herringen bei Hamm.

Im letzten Jahrzehnt des verflossenen Jahrhunderts machte sich in der Eisengroßindustrie überall das Bestreben geltend, sich vom Kohlenmarkt dadurch mehr oder weniger unabhängig zu machen, daß die großen Eisen- und Hüttenwerke, soweit angängig, größere in Betrieb befindliche Bergwerke ankauften oder, wo die Möglichkeit hierzu nicht so leicht vorhanden war, durch Ankauf von bisher unaufgeschlossenen Grubenfeldern und Abteufen von Schächten in denselben den gleichen Zweck zu erreichen suchten.

So kam es, daß in den bisher vom Bergbau noch gar nicht berührten Gebieten des östlichen Bezirks des westfälischen Kohlenreviers um diese Zeit mehrere neue Schachtanlagen von Eisenhüttenwerksbesitzern in Angriff genommen wurden, wie z. B. die Zeche Werne nördlich der Lippe bei der Stadt Werne, dem Georgs-Marien-Bergwerks- und Hüttenverein zu Osnabrück, die Zeche de Wendel westlich von Hamm, der Firma Les Petits-Fils de François de Wendel & Cie. zu Hayingen in Lothringen, und die Zeche Maximilian östlich von Hamm, der Eisenhütte Maximilian in Rosenberg (Bayern) gehörend. Inzwischen ist nördlich von Hamm und der Lippe in der Gemeinde Bockum die Bergwerksgesellschaft m. b. H. Trier mit dem Abteufen einer neuen Schachtanlage Radbod I und II vorgegangen. Die Mansfelder Kupferschiefer bauende Gewerkschaft sowie die Bergwerksgesellschaft Westfalen werden ebenfalls in nächster Zeit, wie bestimmt verlautet, mit dem Abteufen von Schächten in ihren bei Hamm bis Dolberg gelegenen ausgedehnten Grubenfeldern beginnen.

Die Abbohrung des weiter nach Osten sich erstreckenden Gebiets bis nach Beckum, Münster usw. ist inzwischen hauptsächlich durch die Internationale Bohrgesellschaft in Erkelenz in ganz außerordentlich umfangreichem Maße erfolgt. In diesen östlichen Gebietsteilen steht das Kohlengebirge stellenweise erst bei einer Teufe von ca. 1000 m an. Gegenwärtig ist der Bohrtätigkeit durch die bekannte lex Gamp bzw. die in deren Verfolg entstandene jüngste Berggesetznovelle ein Ziel gesetzt worden.

Zeche de Wendel.

Berechtsame und Grundbesitz.

Die Berechtsame der Firma Les Petits-Fils de François de Wendel & Cie. liegt in den Gemeinden Hamm, Herringen, Wiescherhöfen und Pelkum und umfaßt eine Größe von 17 552000 qm oder von rund 8 Normalfeldern, entsprechend einer streichenden Länge von 4600 m und einer querschlägigen von 3800 m. Sie führt den Namen »Konsolidiertes Steinkohlenbergwerk de Wendel«.

Der Grundbesitz der Zeche beträgt in den Gemeinden:

Hamm	. . . . .	36 ha
Herringen	. . . . .	287 »
Wiescherhöfen	. . . .	21 »
Pelkum	. . . . .	11 »
Sandbochum	. . . .	12 »
Lerche	. . . . .	1 »
Bockum	. . . . .	5 »
	Sa.	373 ha

Zur Aufschließung obigen Grubenfeldes wurde im Frühjahr 1901 mit dem Abteufen der Schächte Heinrich und Robert in dem südwestlichen Feldteile in der Gemeinde Herringen, etwa 5 km westlich der Stadt Hamm, begonnen. Schacht Heinrich erreichte bereits am 25. Oktober 1902 bei 563,5 m Teufe das Steinkohlengebirge. Die Niederbringung des 70 m östlich des Schachtes Heinrich angesetzten Schachtes Robert vollzog sich nicht unter gleich günstigen Bedingungen, vielmehr wurde hier bei 456 m Teufe eine Quelle angetroffen, welche der Schachtsohle ungefähr 400 l kohlensäurehaltiges Salzwasser in der Minute zuführte und das Weiterabteufen nicht wesentlich erschwerte. 68 m unter der ersten wurde eine zweite Quelle angefahren, welcher 80 l Salzwasser in der Minute entströmten, und schließlich bei 543 m (20 m über dem Steinkohlengebirge) eine dritte Quelle, welche einen Zufluß von rund 200 l in der Minute ergab, so daß sich die gesamten Wasserzuflüsse beim Abteufen dieses Schachtes auf etwa 680 l pro Minute beliefen.

Von einem Versuch, diese drei Wasserquellen durch einen wasserdichten Tübbingsausbau abzusperren, wurde mit Rücksicht auf das verhältnismäßig nicht sehr große Wasserquantum und die Ungewißheit des Erfolges bei dem von senkrechten Kalkspatklüften auf Hunderte von Metern durchsetzten Gebirge Abstand genommen.

Das Abteufen des Schachtes Robert erlitt dadurch noch eine kurze Unterbrechung, daß der hölzerne Abteufturm abbrannte. Um den Betrieb bald wieder aufnehmen zu können, entschloß man sich, die Schachtmauer 12 m über Niveau hochzuführen und hierauf die Seilscheiben zu verlagern. Durch diese Maßnahme gewann man auch für den Anschluß des Ventilators eine vollständig dichte Luftschleuse.

[1]) Vgl. die Mitteilungen über die österreichischen Arbeiten in den kleinen Nachrichten dieser Nummer.

Die Schächte sind beide kreisrund, von unten bis oben ausgemauert und besitzen einen lichten Durchmesser von 5,80 m, entsprechend einem Querschnitt von 26,42 qm. Die Einteilung der Schachtscheiben (vgl. Fig. 1) ist

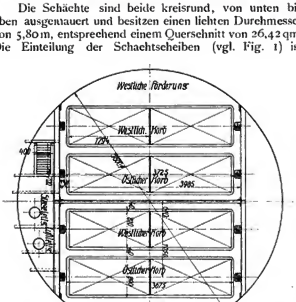


Fig. 1. Schachtquerschnitt.

derart getroffen, daß in jedem Schachte eine doppelte Fördereinrichtung mit Förderkörben, auf welche die Wagen zu je zweien auf die einzelnen Etagen hintereinander geschoben werden, untergebracht ist. Außerdem bieten, wie die Skizze zeigt, die übrigbleibenden zwei Kreissegmente noch genügend Raum für einen Fahrschacht und für den Einbau der erforderlichen Steigeleitungen der Wasserhaltungen, für die Druckluftleitungen, Hochspannungskabel zu den Wasserhaltungsmotoren, Niederspannungskabel für Schacht-Signaleinrichtungen usw.

Die Haupteinstriche bestehen aus U-Eisen NP. 30, der Mitteleinstrich aus U-Eisen NP. 18. Erstere sind zwecks leichterer Auswechselung in gußeisernen Schuhen, welche in der Schachtmauer fest eingemauert sind, verlagert. Der lichte senkrechte Abstand der Einstriche voneinander beträgt 1,8 m, sie sind untereinander durch vier Winkeleisen verbunden, und zwar derart, daß sowohl die Haupteinstriche, wie auch der Mitteleinstrich mit ersteren verschraubt sind.

Die Spurlatten haben eine Länge von 9 m, einen Querschnitt von 184 · 152 mm und sind aus Pitch-pine-Holz gefertigt.

Die Führung der Förderkörbe erfolgt an den beiden Kopfseiten. Die Körbe sind vieretagig und nehmen somit 4 · 2 = 8 Wagen auf.

Zunächst wurden die Schächte bis etwas unterhalb der bei 730 m Teufe angesetzten ersten Tiefbausohle niedergebracht und dabei durch das wegen seiner charakteristischen Versteinerungsschichten im Hangenden bekannte Leitflöz Katharina festgestellt, daß man sich im Horizont der oberen Fettkohlenpartie befand. Gegenwärtig werden die Schächte weiter, und zwar voraussichtlich bis ca. 950 m Teufe, abgeteuft, um die wertvollere mittlere Fettkohlenpartie zu erschließen. Die 730 m Sohle ist inzwischen durch den nördlichen und südlichen Hauptquerschlag auf eine Erstreckung von ca. 1700 m durch eine westliche Richtstrecke von 300 m, eine östliche Richtstrecke von 800 m und aus letzterer wiederum durch zwei Abteilungsquerschläge ausgerichtet. Von letzteren hat einer nach Norden und Süden eine Länge von 910 m und der andere eine solche von 350 m erreicht. Durch Auffahren einer Verbindungsstrecke vom südlichen Füllort des Schachtes Heinrich aus nach dem Schachte Robert zwecks Herstellung eines Raumes für die Unterbringung der Wasserhaltung sowie durch das Auffahren des südlichen Hauptquerschlages wurde eine größere Störung mit erheblicher Ausfüllungsmasse, welche in fast querschlägiger Richtung von Süden nach Norden streicht, festgestellt. Die Verwurfshöhe dieser Störung beträgt nach den inzwischen östlich der Störung gemachten Aufschlüssen rund 70 m, so daß das Ostfeld gegen das Westfeld der Schachtanlage um diesen Abstand gehoben ist.

Die Wettersohle ist bei 604 m Teufe angesetzt und in dieser bisher nur der Hauptquerschlag nach Norden aufgefahren, ein Querschlag nach Süden erübrigte sich, da ein solcher sich bei der flachen Lagerung nur in dem flözleeren Mittel oberhalb des Flözes Katharina bis zur Gaskohlenpartie hätte bewegen und keinen weiteren Aufschluß bringen können, wie dies aus dem Schnitt durch die Hauptquerschläge (Fig. 2) deutlich zu erkennen ist.

Die Flöze Gretchen und Anna, welche östlich der Störung bis nahe unter das Niveau der Wettersohle gehoben festgestellt worden sind, sollen bei der fast söhligen Lagerung so ausgerichtet werden, daß in dem unteren Flöz Anna jeweilig die Förderstrecke und in dem nur 10 m darüber liegenden Flöz Gretchen die abführende Wetterstrecke angeordnet wird, während die gewonnenen Kohlen durch seigere Bremsschächte, welche gleichzeitig die frischen Wetter zuführen, zur ersten Tiefbausohle abgebremst werden. Auf diese Weise wird auch für das Ostfeld ein besonderer Wettersohlenquerschlag entbehrlich.

In Vorrichtung und teilweise eingeleitetem Abbau stehen zurzeit sowohl im Westfelde wie im Ostfelde die Flöze Gretchen, Anna und Mathilde.

Die Kohlenförderung ist gegenwärtig auf durchschnittlich 600 t pro Tag gebracht und dürfte nunmehr, nachdem die Hauptdurchschläge fertiggestellt sind, eine rasche Steigerung erfahren, sofern bei der heutigen Hochkonjunktur nur die nötigen Arbeitskräfte herangezogen werden können.

Die Füllörter der 730 m Sohle sind doppeletagig, um im Bedarfsfalle jedesmal zwei Etagen des Förderkorbes zugleich bedienen zu können, so daß nur ein einmaliges Umsetzen stattzufinden braucht; sie haben eine lichte Weite von 7 m, sind in der oberen Etage halbkreisförmig gewölbt und haben bis zum Scheitel eine lichte Höhe von 4 m, während die untere Etage eine solche von 2,8 m besitzt. Es ist die Anordnung getroffen, daß sämtliche beladene Förderwagen, sowohl die von Süden, wie die von Norden, auf der nördlichen Seite eintreffen und hier auf die Körbe geschoben werden,

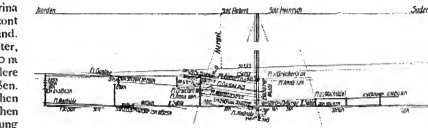


Fig. 2. Schnitt durch die Hauptquerschläge.

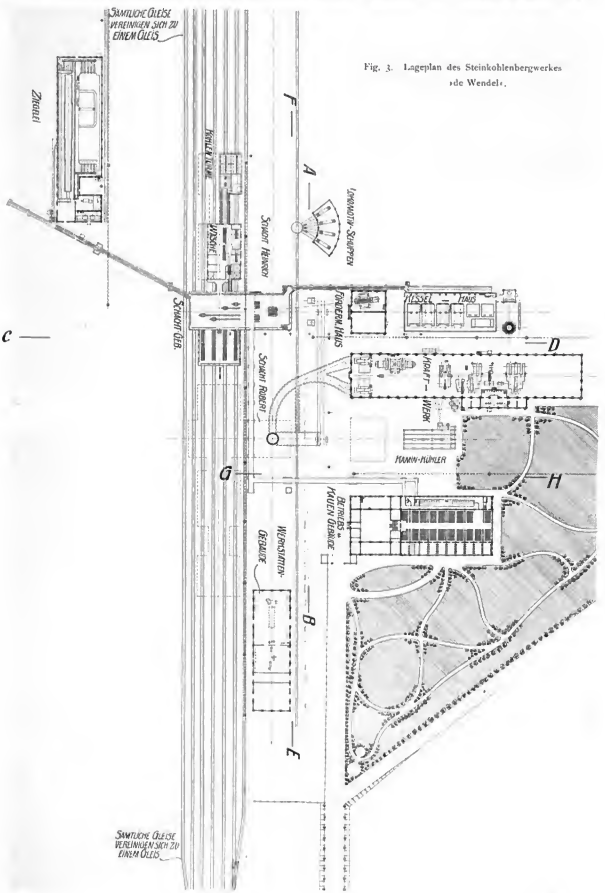


Fig. 3. Lageplan des Steinkohlenbergwerkes »de Wendel«.

während gleichzeitig die leeren Förderwagen nach der südlichen Seite abgestoßen werden. Ein Ausgleichsgleise auf der östlichen Seite dient dazu, die leeren Wagen nach Norden bzw. Süden auszugleichen, sofern die Förderung von beiden Seiten nicht in gleichem Umfange stattfindet. Der vom südlichen Füllort aus östlich nach Schacht Robert zu hergestellte Raum für die weiter unten noch zu beschreibende Wasserhaltungsanlage hat eine Länge von 24 m, eine Weite von 6,5 m, eine Höhe von 5,0 m und steht wie die Füllörter vollständig in Mauerung.

Aus der von Schacht Robert nach dem südlichen Hauptquerschlage führenden Verbindungsstrecke ist eine diagonal abwärts führende Strecke zwecks Herstellung zweier parallel verlaufender und an den Enden miteinander verbundener Sumpfquerschläge aufgefahren. Durch geeignete Schieberanordnung in den einzelnen Sumpfstrecken wird einerseits ermöglicht, das zufließende Grubenwasser auf einem möglichst langen Wege von dem in ihm enthaltenen schwefelsauren Baryum, welches zu lästigen Verstopfungen der Pumpenkörper und der Steigeleitungen führt, tunlichst zu befreien, anderseits die einzelnen Sumpfstrecken nach Bedarf auszuschalten und gründlich zu reinigen.

Im übrigen bietet der noch wenig entwickelte Grubenbetrieb kein weitergehendes Interesse.

Tagesanlagen.

Allgemeines. Ein größeres Interesse bieten die nach modernen Grundsätzen durchgebildeten Tagesanlagen.

Hierbei ist das Bestreben zum Ausdruck gekommen, nicht allein das äußere Ansehen der Anlage zu heben, sondern vor allen Dingen überall eine weitgehende Erweiterung für die Zukunft zu ermöglichen, ohne dadurch das Gesamtbild der ganzen Anlage zu beeinflussen, wie das bei älteren Anlagen vielfach im Laufe der Zeit beobachtet werden konnte.

Die Gebäude sind durchweg in gefälligen, wenn auch schlichten äußeren Formen gehalten. Die Anordnung derselben ergibt sich aus Fig. 3 und 4.

Der Zugangsweg zur Schachtanlage wird auf der südlichen Seite durch eine massive Mauer begrenzt, während sich an der nördlichen Seite ein Eisengitterzaun erhebt, welcher den Weg gegen eine ausgedehnte Parkanlage mit großen, freundlichen Rasenplätzen abschließt.

Neben dem Eingangstor stehen zwei gleichgebaute kleine Torhäuschen, von welchen das eine einen Aus-

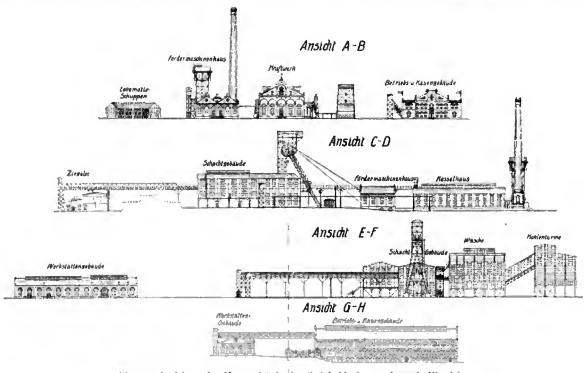


Fig. 4. Ansichten der Hauptgebäude des Steinkohlenbergwerkes „de Wendel".

schankraum für Milch und Mineralwässer enthält, während das gegenüberliegende durch eine Tür mit dem Dienstzimmer des Betriebsführers verbunden ist und den Arbeitsraum für den Assistenten des Betriebsführers bildet. Die Annahme der arbeitsuchenden Bergleute geschieht ebenfalls an letzterer Stelle durch den genannten Beamten, so daß die fremden Leute nicht den Zechenplatz zu betreten brauchen.

Bureau- und Kauengebäude.

Gleich hinter dem Eingangstore erhebt sich auf der nördlichen Seite des Zechenplatzes das in Fig. 5 dargestellte Bureau- und Kauengebäude; dasselbe hat eine Breite von 32,8 m und eine Länge von 78,2 m. Der vordere Teil enthält im Erdgeschoß einen großen Lichthof von 16,1 · 17,52 m. Um diesen gruppieren sich auf der rechten Seite die Dienstzimmer für den Maschinenwerkmeister, den Betriebsführer, die Steiger, den Obersteiger und ein Lohnauszahlungsraum, welcher späterhin aber auch als Steigerstube, abgesehen von den Lohntagen, Verwendung finden kann.

Auf der linken Seite befinden sich die Schichtmeisterei, das Dienstzimmer für den Materialienverwalter

mit daran anstoßendem Ausgabemagazin sowie das Verbandszimmer.

Das Kellergeschoß unter diesem vorderen Teil ist ganz als Magazin ausgebaut, mit Ausnahme eines nach dem Zechenplatz zu gelegenen Teiles, welcher einen Speiseraum für die Tagesarbeiter und das Dienstzimmer für den Platzmeister usw. enthält. In dem geräumigen Speiseraum für die Tagesarbeiter befinden sich ein großer Wärmeschrank zum Warmhalten der Speisen und ein Kaffeekoehapparat.

Der Raum bietet den Leuten einen angenehmen Aufenthaltsort während der Mahlzeit- und Ruhepausen. Der Dienstraum für den Platzmeister etc. ist deshalb in unmittelbare Nähe gelegt worden, damit jederzeit durch hinreichende Aufsicht die gute Ordnung gewahrt bleibt.

Im Obergeschoß befinden sich außer dem Pförtnerzimmer und einem großen, freundlichen Toiletteraum, gleichzeitig für die Ablegung der Kleider des Bureaupersonals dienend, die Bureaus für die kaufmännische Abteilung, den Direktor, Markscheider, Baubeamten und die technische Abteilung, ferner ein Fremden-Empfangszimmer und die Baderäume für den Direktor, den Betriebsführer und die Steiger.

Im Dachgeschoß befindet sich noch die Wohnung für den Bureaudiener sowie außer einem Aktenboden ein Lichtpauszimmer, von welchem aus die Lichtpausapparate auf ein ausgebautes Podium über Dach hinausgefahren werden können. Diese Gruppierung der verschiedenen Räume um den Lichthof ist außerordentlich übersichtlich und namentlich für die Belegschaft sehr bequem, da alles, was der Arbeiter mit den ihm vorgesetzten Beamten zu erledigen hat, im Lichthof abgewickelt werden kann. Außerdem haben die Betriebsbeamten eine vorzügliche Übersicht über die an- und abfahrende Belegschaft.

Fig. 5. Bureau- und Kauengebäude.

Fig. 6. Lichthof des Bureau- und Kauengebäudes.

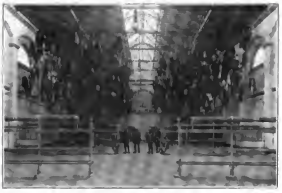


Fig. 7. Mannschaftskaue.

Fig. 8. Baderaum.

Aus dem Lichthof, welchen die Fig. 6 zeigt, gelangt man weiterhin in die in Fig. 7 abgebildete Mannschaftskaue für die erwachsenen Bergleute. Rechts an den großen Auskleideraum stößt der mit 78 Brausen ausgerüstete große Baderaum (s. Fig. 8), außerdem der Apparateraum (Fig. 9), von welchem aus der Kauenwärter nach Bedarf die Brausen einschaltet, ferner ein Aufenthaltsraum für Monteure fremder Firmen, welche auf der Zeche beschäftigt sind, und endlich am äußersten Ende noch der Auskleide- und Baderaum für die Fahrhauer.

Man hat letzteren Raum absichtlich an das äußerste Ende der Kaue gelegt, damit durch das Hin- und Hergehen dieser Beamten in der Kaue selbst noch unwillkürlich eine gewisse Aufsicht über das Verhalten der Mannschaft stattfindet.

Fig. 9. Apparateraum für die Brausen im Baderaum.

Links an den großen Auskleideraum anstoßend befindet sich am äußersten Ende die Abortanlage mit zwölf selbsttätigen Wasserspülklosetts, damit den Bergleuten Gelegenheit geboten ist, ihre Bedürfnisse vor der Einfahrt in die Grube zu verrichten.

Ferner enthält die linke Seitenhalle einen langgestreckten Lampenaufstellungsraum und die Markenstube.

Fig. 10. Inneres der Verbandstube.

Die Markenkontrolleure, welche als staatliche Heilgehilfen ausgebildet sind, leisten gleichzeitig auch die erste Hilfe bei Unglücksfällen.

Diese Beamten können durch eine besondere Tür von der Markenstube aus bequem in die große und in jeder Hinsicht modern eingerichtete Verbandstube gelangen. (S. Fig. 10.)

Letztere ist ausgerüstet mit einem fahrbaren vierrädrigen Krankenomnibus mit vier Tragbahren, dieser Wagen bietet außerdem noch Platz für einen Begleiter; ferner sind in der Verbandstube:

1 Tragbahre,
1 Operationstisch,
1 fahrbare Badewanne,
1 Instrumentenschrank,
1 Flaschenständer,
1 gepolstertes Ruhebett.

Die Bergleute gelangen aus der Kaue zunächst an die Lampenausgabeschalter und erhalten hier gegen Vorzeigung der Gezähe- oder Fahrmarke ihre Lampe und weiterhin an dem Markenausgabeschalter ihre Schichtenmarke. Durch die Ausgangstür der Kaue gehen die Leute dann mittels einer Treppe zu einer überdachten Verbindungsbrücke und über diese zur Hängebank. Die abfahrende Mannschaft kommt von derselben Brücke mittels einer zweiten Treppe zunächst wieder an die Abgabestelle für die Schichtenmarke und weiterhin am Abgabeschalter für die Lampen vorbei in die Kaue, badet sich dort und gelangt durch den Lichthof und den Torausgang auf den Zugangsweg.

Ein störendes Begegnen der Arbeiter beim Empfangen oder bei Abgabe der Lampen und der Schichtenmarke findet somit nicht statt. Entgegen der sonstigen Gepflogenheit, die Markenkontrolle an den Eingang zum Zechenplatz zu legen, legte man hier Wert darauf, sie am äußersten Ende der Kaue unterzubringen, also dem Bergmann erst die Marke auszuhändigen, wenn er fix und fertig im Grubenanzug mit der Lampe in der Hand zur Anfahrt bereit steht. Diese Einrichtung trägt wesentlich zur Innehaltung der ordnungsmäßigen Seilfahrtzeit bei, da der Arbeiter sich beeilen muß, rechtzeitig zur vorgeschriebenen Minute seine Marke zu empfangen, sonst wird er als zu spät gekommen behandelt.

In gleichem Maße ist die Einrichtung geeignet, eine schnelle Übersicht nach der Seilfahrt darüber zu gewinnen, ob auch alle Leute aus der Grube heraus sind.

Das Kellergeschoß unterhalb dieser linken Seitenhalle enthält außer einem Raum für Anstreicher, Sattler usw. zunächst die Reparaturwerkstatt für die Grubenlampen, sodann den Lampenputz- und Füllraum, einen Aufbewahrungsraum für die Rettungsapparate nebst den erforderlichen Werkzeugen sowie endlich eine Leichenhalle. Ferner ist im Kellergeschoß die Kaue mit zwölf Brausen für die Arbeiter unter 18 Jahren untergebracht. Diese gelangen nicht durch den Lichthof, sondern von der Ostseite aus in ihre Kaue und mittels einer Treppe in den vorhin beschriebenen Lampenaufstellungsraum, mischen sich hier mit den erwachsenen Arbeitern zwecks Empfangnahme der Lampe und der Schichtmarke, nachdem sie vorher an einer besonderen Abortanlage mit vier Wasserspülklosetts vorbeigegangen sind.

Das Kellergeschoß unterhalb der großen Ankleidehalle dient teilweise dazu, die von der Belegschaft benutzten Fahrräder ordnungsmäßig unterzustellen, teilweise auch als Lagerraum für größere Reserveteile und enthält außerdem eine Wagenremise und einen vierständigen Pferdestall.

Die Installationsarbeiten der Heizungs- und Badeanlagen in diesem Gebäude sind von der Firma Göhmann & Einhorn, G. m. b. H., in Dortmund ausgeführt.

Die Lampenstubeneinrichtung sowie auch die 3 · 5000 Marken fassende, in bequemer und übersichtlicher Weise drehbare Markentafel sind von der Firma Grüner & Grimberg in Bochum geliefert worden.

Die Wandbekleidungen und Fußbodenplattenbeläge sind von der Firma Villeroy & Boch in Mettlach ausgeführt und zeichnen sich durch ein ganz exaktes Versetzen der Platten vorteilhaft aus.

Der große Mannschaftsraum sowie die anstoßenden Nebenräume haben Asphaltboden erhalten.

Bemerkenswert sind noch namentlich der in dem großen Lichthof sowie überhaupt in dem die Bureaus umfassenden vorderen Gebäudeteil von dem Kunstmaler Havemann zu Münster i. W. ausgeführte Spritzanstrich und die Malerarbeiten. Es ist dies in sehr geschmackvoller und verschiedenartiger Weise zur Ausführung gekommen.

Im übrigen ist dieses Gebäude, wie auch alle anderen Bauten der Schachtanlage durch einen Unternehmer auf Grund vereinbarter Einheitspreise nach den von der Zechenverwaltung selbst gefertigten Plänen ausgeführt.

In gerader Flucht des eben beschriebenen Gebäudes folgen dann weiter den Schächten gegenüber je ein Doppelhaus für die Fördermaschinen, wobei indessen bemerkt werden muß, daß das für den zuerst folgenden Schacht Robert zurzeit noch nicht zur Ausführung gekommen ist.

Mitten zwischen diesen beiden Gebäuden liegt das Zentralmaschinenhaus, hinter dem projektierten Doppelfördermaschinenhaus für den Schacht Robert der Kühlturm für die Zentralkondensation und hinter demjenigen für den Schacht Heinrich das Kesselhaus nebst Kohlenbunkern, der Kamin und ein Hochbehälter von 400 cbm Inhalt.

Man erkennt auf den ersten Blick, daß die hauptsächlich für eine Erweiterung in Frage kommenden Gebäude, wie die Waschkaue und das Zentralmaschinenhaus, durch Verlängerung in die Tiefe beliebig vergrößert werden können, während das Kesselhaus den Anbau eines weiteren Flügels westlich an die Kohlenbunker, gleich dem vorhandenen Teil, ohne weiteres gestattet.

Von der Hängebank des Schachtes Heinrich aus führt eine Verbindungsbrücke an dem Fördermaschinenhause entlang zu den Kohlenbunkern.

Die Lage des Kesselhauses ergibt für die alleinige Dampfverbrauchsstelle, das Zentralmaschinenhaus, die kürzesten Dampfleitungen. In dieser Beziehung gleich günstig würde die Lage auch dann gewesen sein, wenn die Fördermaschinen nicht elektrisch, sondern mit Dampf betrieben würden. Nach Süden stößt an die geräumige Hängebank des Schachtes Heinrich die Verlade- und

Separationshalle für vier Lesebänder, von denen erst zwei in Betrieb sind.

Nach Westen schließt sich das Gebäude für eine Doppelkohlenwäsche an, von welcher aber zurzeit auch erst ein System zur Ausführung gelangt ist. Die weiter westlich folgenden Kohlentürme sind ebenfalls erst für den zeitigen Bedarf ausgeführt. Gleich am Ausgang der Kesselkohlentransportbrücke befindet sich noch ein Aufzug, welcher dazu dient, das aus dem Holzmagazin entnommene Grubenholz auf die Hängebank zu heben. Der Korb des Aufzuges hat dieselben Längendimensionen wie die Förderkörbe im Schacht, so daß es ermöglicht wird, selbst die längsten Grubenhölzer während der Förderung in die Grube einzulassen, und besondere Holzförderschichten des Nachts entbehrlich werden.

Schacht Robert ist zurzeit noch mit keinem Fördergerüst versehen, sondern dient lediglich als Ausziehschacht und für die Kübelblindförderung zur ersten Tiefbausohle aus dem Schachttiefsten. Wie der Lageplan Fig. 3 erkennen läßt, ist vorgesehen, die Gebäude für diesen Schacht im Spiegelbild des Schachtes Heinrich später auszuführen.

Da alle Fördereinrichtungen reichlich groß gewählt sind, um die beabsichtigte Maximalförderung zu bewältigen, so kann der Ausbau dieser Anlagen für den Schacht Robert vorerst noch unterbleiben und den ev. mit der Zeit auf diesem Gebiete sich ergebenden Vervollkommnungen angepaßt werden.

Außer dem auf der Nordseite der Schächte vorhandenen Gleise für das Holzmagazin und dem Materialgleise zu den Werkstätten liegen auf der Südseite der Schächte acht Verladegleise mit einer nutzbaren Länge von über 500 m. Südlich dieses Zechenbahnhofes sind die Kokerei und die Anlagen für die Gewinnung der Nebenprodukte projektiert. Ebenso befindet sich auf dieser Seite die Ziegelei, welcher der zu verarbeitende Grubenschiefer über eine von der Hängebank ausgehende Brücke zugeführt wird. Letztere überspannt in einer einzigen freien Öffnung das ganze Gelände für die vorgesehene Kokereianlage. Am Ende der Brücke steht ein Aufzug, der die für den Grubenbetrieb nötigen Ziegelsteine auf die Brücke hebt, über welche sie zur Hängebank gebracht werden.

In der Fluchtlinie der Schächte nach Osten befindet sich das Werkstättengebäude.

Ein parallel dem schon erwähnten Materialgleise verlaufendes Grubenbahngleis verbindet die Werkstätten mit den Schächten.

Die Landdebitverkaufsstelle ist an der östlichen Ecke der Mannschaftsbrücke eingerichtet. (Fortsetzung folgt.)

Periodenumformer.

Von **A. Heyland.**

I. Allgemeines.

Die Idee, die Drehzahl und das Anlaufsmoment von Wechselstrommotoren in wirtschaftlicher Weise durch Periodenumformung des zugeführten Stromes zu regeln, reicht ungefähr soweit zurück, wie die Entwicklung der Mehr- und Einphasen-Wechselstrommotoren selbst. Sie entsprang offenbar zunächst dem Vergleiche mit dem Gleichstrommotor, bei dem ja bekanntlich auch der Strom im Anker Wechselstrom ist, während dort der Gleichstromkommutator gewissermaßen die Rolle eines Periodenumformers ausübt, indem er den zugeführten Gleichstrom in Wechselstrom variabler und zwar der Drehzahl entsprechender Periodenzahl umrichtet. Insbesondere aber dürften die Verhältnisse bei größeren Gleichstrommotoren mit Umformer-Anlaßgruppen seinerzeit Veranlassung zu den verschiedenen Bestrebungen zur direkten Periodenumformung von Wechselstrom gegeben haben; zumal wenn man bedenkt, daß in derartigen Gleichstrom-Anlaßgruppen prinzipiell eine dreimalige Umformung des Stromes erforderlich wird. Je nachdem eine derartige Anlage primär mit Wechsel- oder Gleichstrom betrieben wird, handelt es sich dort erstens in der Umformergruppe entweder um eine Umformung Wechselstrom-Wechselstrom oder Umrichtung Gleichstrom-Wechselstrom, danach eine Umrichtung Wechselstrom-Gleichstrom und schließlich in den Betriebsmotoren selbst wieder Umrichtung Gleichstrom-Wechselstrom; im reinen Wechselstrombetriebe hingegen würde ein brauchbarer Periodenumformer nur eine einmalige Wechselstrom-Wechselstromumformung oder -umrichtung in Wechselstrom variabler sekundärer Periodenzahl zu bewirken haben.

Wenn man die Patentliteratur Mitte der 90er Jahre verfolgt, so findet man eine ganze Anzahl Vorschläge, welche die Periodenumformung von Wechselstrom zum Gegenstande haben. Keiner dieser Vorschläge ist nach unserer heutigen Anschauung technisch brauchbar, und dieses dürfte seine Erklärung darin finden, daß zu jener Zeit die Vorstellungen über die Vorgänge in Wechselstrommotoren und allen hiermit zusammenhängenden Apparaten noch sehr unklare waren. Die Vorschläge sind deshalb größeren Teils sehr komplizierter Natur, ohne jedoch die Unvollkommenheiten, welche sie enthalten, zu verbessern. Mit diesen negativen Resultaten scheint dann auch die Idee der Periodenumformung selbst heute ziemlich in Vergessenheit geraten zu sein. Eine nähere Untersuchung zeigt jedoch, daß die Periodenumformung sowohl ein höchst wertvolles praktisches Ergebnis verspricht, als auch praktisch wohl durchführbar ist; und ich will hier u. a. eine Schaltung beschreiben, welche eine Anlaßwirkung und Regulierung von Wechselstrommotoren gestattet, welche den bekannten Gleichstromschaltungen an Einfachheit und Wirkung nicht nur gleichkommt, sondern ihnen bei weitem überlegen ist.

Den genannten früheren Vorschlägen zur Periodenumformung liegen hauptsächlich zwei Anordnungen zugrunde.

1. Die erste Anordnung, welche in der Praxis auch unter Umständen als Hilfsmittel zum Anlassen von größeren unbelasteten Drehstrommotoren benutzt worden ist, besteht darin, den stillstehenden Motor an die Schleifringe eines leerlaufenden Hilfsmotors anzuschließen, welch letzterer primär am Netze liegt und diesen Hilfsmotor dann mechanisch bis zum Stillstande zu bremsen. Die Periodenzahl des dem Hilfsmotor entnommenen Sekundärstromes ist dann proportional seiner Schlüpfung, und die Geschwindigkeit des Hauptmotors wächst proportional der Schlüpfung des Hilfsmotors, so daß er bei vollständiger Bremsung des Hilfsmotors seine volle Drehzahl erreicht und auf das Netz umgeschaltet werden kann. Eine derartige Vorrichtung kann natürlich nur als Hilfsmittel dienen, wenn ein größerer Kurzschlußmotor unbelastet anlaufen soll, denn die Verluste an sich bleiben dieselben als wenn man ihn über einen Anlaßwiderstand im Sekundäranker anläßt, seine Zugkraft hingegen wird bedeutend schlechter, weil sie durch die Streuung und Phasenverschiebung im Hilfsmotor beeinträchtigt wird.

2. Ein zweites Mittel, welches zunächst eine höhere Wirkung verspricht, und den meisten Patenten auf Periodenumformer zugrunde lag, besteht darin, den Primärstrom drei Punkten der Wicklung eines Gleichstromankers zuzuführen, den Sekundärstrom drei entsprechend versetzten Kommutatorbürsten zu entnehmen, und die Periodenzahl

dieses Stromes durch Regulierung der relativen Geschwindigkeit zwischen Bürsten und Kommutator zu regulieren. Diese Anordnung hat zunächst, abgesehen von der unzulässigen Beanspruchung eines derartigen Kommutators, den Nachteil, daß die Sekundärspannung bei jeder Geschwindigkeit und jeder Periodenzahl des Sekundärstromes gleich der Primärspannung sein würde. Zum Anlassen eines Hauptmotors müßte diese Spannung beim Anlassen aber nur niedrig sein und müßte mit zunehmender Periodenzahl ungefähr proportional mit der Periodenzahl zunehmen. Es würde also erforderlich, auch schon um die Spannung am Kommutator zu reduzieren, beim Anlassen primär einen Widerstand einzuschalten, so daß prinzipiell keine größere Anlaßwirkung erreicht würde als ohne Periodenumformer beim Anlassen mit normalem Anlaßwiderstande im Ankerstromkreise des Hauptmotors. Unter den Patenten befinden sich Vorschläge, die Anlaßspannung durch besondere Vorrichtungen abzudrosseln u. dgl. mehr. Dieses Vorgehen würde aber natürlich nur die Anlaßwirkung verschlechtern und direkt einen weiteren technischen Nachteil mit sich bringen.

Beide hier erwähnten Mittel zur Umformung der Periodenzahl sind prinzipiell durchaus verschieden. Wir können die Anordnung

1. als Umformung durch Induktion,
2. » » » Umrichtung

bezeichnen. Keines von beiden allein benutzt kann eine technische Brauchbarkeit versprechen.

Aus dem Gesagten geht zunächst hervor, daß ein praktisch brauchbarer Periodenumformer erstens, von den inneren Verlusten des Apparates abgesehen, ohne zusätzlichen Arbeitsverlust arbeiten soll, zweitens daß er nicht nur die Periodenzahl sondern auch die Sekundärspannung in annähernd demselben Verhältnisse herabtransformieren, und drittens daß er nicht nur die Spannung transformieren, sondern infolgedessen auch, und zwar im umgekehrten Verhältnisse, den Sekundärstrom entsprechend hinauftransformieren muß; d. h. bei niederer sekundärer Periodenzahl muß er einen Sekundärstrom niederer der Periodenzahl annähernd proportionaler Spannung, dahingegen entsprechend höherer Stärke abgeben, so daß bei Phasengleichheit das Produkt aus Stromstärke und Spannung Primär und Sekundär praktisch dasselbe ist. Wir werden sehen, daß ein richtig ausgeführter Periodenumformer nicht nur dieses sondern noch andere Ergebnisse erzielt, z. B. gleichzeitig die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung des Anlaufstromes korrigieren zu können, eigenartige Selbstregulierungen der Betriebsmotoren zu bewirken u. dgl. mehr.

Die erwähnten Gesichtspunkte klären uns zunächst über den ersten Fehler der bisherigen Bestrebungen auf, welche alle nur zum Zweck hatten, den Strom einfach in Strom anderer Periodenzahl umzurichten, und zeigt, daß der Periodenumformer gleichzeitig die Rolle eines Transformators mit veränderlichem Übersetzungsverhältnis zu erfüllen hat; oder, wenn man Umschaltungen vermeiden will, einen variablen der sekundären Periodenzahl entsprechenden Teil der primär ausgeführten Arbeit direkt umsetzen, und den Rest indirekt in Strom sekundärer Periodenzahl und Spannung transformieren muß. D. h., er muß nicht nur als Umrichter, sondern gleichzeitig als Motorgenerator arbeiten.

Die vorliegende Neuerung erreicht dieses durch eine zweckentsprechende Kombination eines Induktionsmotors mit einem Kommutatormotor.

Wir wissen erstens, daß ein Kommutatormotor bei jeder Geschwindigkeit sowohl bei Unter- als Übersynchronismus als Motor arbeiten, d. h. mechanische Arbeit abgeben kann und hierbei gleichzeitig im Rotor den Strom auf eine dem Asynchronismus bzw. Übersynchronismus entsprechende Periodenzahl und Spannung umrichtet. Zweitens wissen wir, daß ein Induktionsmotor, wenn er übersynchron angetrieben wird, als Generator läuft, d. h., die ihm zugeführte mechanische Arbeit in elektrische Arbeit umformt und gleichzeitig den erzeugten Strom im Rotor auf eine dem Übersynchronismus, d. h. seiner negativen Schlüpfung, entsprechende Periodenzahl und Spannung transformiert. Durch zweckentsprechende Vereinigung zweier derartiger Motoren muß sich deshalb erreichen lassen, daß der eine Teil der zugeführten elektrischen Arbeit, und zwar der dem jeweiligen Asynchronismus bzw. Übersynchronismus entsprechende, direkt in Strom der entsprechenden niederen Periodenzahl und Spannung umgeformt wird, der Rest hingegen auf indirektem Wege, indem er den einen beider Motoren als Motor antreibt, so daß der zweite als Generator arbeitet und den Rest der zugeführten Arbeit in Strom entsprechend niederer Periodenzahl und Spannung umformt.

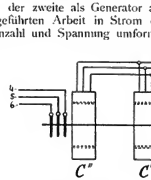


Fig. 11. Parallelschaltung der Statorwicklungen beider Motoren.

Um uns über den Vorgang ein klareres Bild zu machen, wollen wir zunächst untersuchen, was eintritt, wenn wir einfach zwei normale Motoren, einen Induktionsmotor und einen Kommutatormotor, miteinander kuppeln und primär parallel zueinander schalten, während der Sekundärstrom variabler Periodenzahl den Schleifringen des Induktionsmotors entnommen sei. Die Schaltung entspreche der Fig. 11. C sei ein dreiphasiger Kommutatormotor in Reihenschaltung »ein sog. Görgesmotor«, C'' ein Induktionsmotor, dessen Rotor an drei Schleifringe angeschlossen ist. 1-2-3 seien die Primärklemmen, 4-5-6 die Sekundärklemmen. Laufen die Motoren synchron mit der zugeführten Periodenzahl, so ist die sekundäre Periodenzahl und Spannung gleich Null. Werde jetzt die Drehzahl der Motoren etwas erhöht, z. B. durch Bürstenverstellung des Motors C, so nimmt die Periodenzahl in den Rotoren und an den Sekundärklemmen proportional dem Übersynchronismus zu. Ein Teil der zugeführten Arbeit nämlich, und zwar der dem Verhältnis der sekundären zur primären Periodenzahl entsprechende wird hier dann durch den Motor C'' direkt in Strom der sekundären Periodenzahl umgeformt, und kann den Schleifringen entnommen werden. Gleichzeitig arbeitet der Motor C' aber als Generator und liefert einen dem Rest der zugeführten Arbeit entsprechenden Strom an den Motor C' zurück, der sich zu dem dem Motor C primär zugeführten Strome addiert und damit durch elektrisch-mechanische Umformung zu dem an den Schleifringen des Motors C'' abgegebenen Strom, so daß, von den inneren Verlusten in den Motoren abgesehen, das Produkt aus Stromstärke und Spannung, d. h. die an den Sekundärklemmen abgegebene Arbeit, gleich wird der primär zugeführten Arbeit.

Prinzipiell könnte man auch umgekehrt den Motor C so regulieren, daß er untersynchron läuft. Dann würde

C'' als Motor, C' hingegen als Generator arbeiten. Die Wirkungsweise würde dann jedoch unvorteilhafter, und zwar aus verschiedenen Gründen, unter anderen schon, weil der Motor C' bei größerem Asynchronismus überlastet würde; während bei der beschriebenen Regulierung der Motor C' sich mit zunehmendem Übersynchronismus mehr und mehr entlastet.

Wir können nun weiter einen derartigen Apparat zunächst, etwa auf die Hälfte, reduzieren, wenn wir anstatt zwei getrennte parallel zueinander angeschlossener Motoren zu benutzen, ihn aus zwei Motoren zusammensetzen, die in sich elektrisch miteinander verbunden sind, so daß sie prinzipiell zusammen einen Motor darstellen, und die Spannung an den Sekundärklemmen nicht im

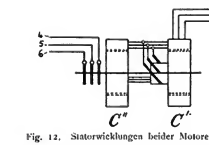


Fig. 12. Statorwicklungen beider Motoren in Reihe.

Rotor des zweiten Motors allein erzeugt wird, sondern der Summe der Rotorspannungen beider Motoren entspricht.

Fig. 12 zeigt eine Anordnung, bei der die Statorwicklungen beider Motoren in Reihe zueinander geschaltet sind und gleichzeitig auch die Rotorwicklungen in Reihe zueinander liegen. Der Rotor des Motors C' trägt hier eine mehrphasige Wicklung, deren Phasen mit dem einen Ende an den Rotor von C, mit dem anderen Ende an die Schleifringe angeschlossen sind. Der Stator des Motors C ist durch die Bürsten wie früher mit seinem Rotor in Reihe geschaltet, gleichzeitig schalten die Bürsten hier aber auch den Stator und den Rotor des Motors C'' in Reihe zueinander, indem sie den Stator C'' parallel zum Rotor C schalten. Hierdurch wird die im Rotor des Motors C' direkt umgerichtete Spannung niederer Periodenzahl mit der im Rotor des Motors C' durch Induktion erzeugte in Reihe geschaltet, während der im Stator des Motors C'' erzeugte Strom nicht wie im ersten Schema über den Motor C zurückfließt, sondern direkt über den Kommutator und die Rotorwicklung des Motors C'' den Schleifringen und den Sekundärklemmen zugeführt wird. Das Feld des Motors C'' regeliert sich selbsttätig dadurch, daß seine Statorwicklung durch die Bürsten parallel zu der variablen allmählich wachsenden Rotorspannung des Motors C' geschaltet ist, so daß die gesamte Sekundärspannung auch hier selbsttätig entsprechend der sekundären Periodenzahl zunimmt. Das Resultat ist dasselbe wie bei der ersten Anordnung, der Kommutator arbeitet als Umrichter, der Motor C'' gleichzeitig als Generator und der Motor C' als Motor, so daß das Produkt aus Strom und Spannung an den Primär- und Sekundärklemmen dasselbe wird. Beide Motoren werden jedoch nur rund halb so groß als in der ersten Anordnung.

Die Schaltung zweier derartiger Motoren würde nun, wenn sie zur Umformung einer gegebenen konstanten Periodenzahl in variable Periodenzahl dienen soll, noch eine technische Unannehmlichkeit besitzen, die darin bestände, daß die Drehzahl der Motoren mit zunehmender sekundärer Periodenzahl zunehmen müßte. Denkt man sich z. B. einen aus zwei derartigen Hilfsmotoren zusammengesetzten Periodenumformer zum Anlassen und zur Drehzahlregulierung eines größeren Drehstrommotors benutzt, der an die Sekundärklemmen angeschlossen sei, so müßte die Drehzahl der Hilfsmotoren bei Synchronismus des Hauptmotors auf das Doppelte ihres Anfangswertes steigen. Die Belastung der Hilfsmotoren würde aber ein Maximum beim Anlauf des Hauptmotors, d. h. es müßten dieses Motoren sein, die ihre maximale Belastung bei halber Geschwindigkeit auszuhalten hätten und deshalb größer gebaut sein müßten als ihrer normalen Leistung im Betriebe entspräche.

II. Erweiterte Kaskadenschaltung mit Periodenumformer.

Auch diese letztgenannte Schwierigkeit schließlich läßt sich umgehen, und die Verhältnisse lassen sich so wählen, daß die Größe des Periodenumformers auf ein Minimum reduziert wird, wenn man anstatt eines Betriebsmotors, zwei in Kaskade geschaltete Betriebsmotoren benutzt und den Periodenumformer zwischen beiden elektrisch anschließt, d. h. mit seinen Primärklemmen an den Sekundäranker des Primärmotors und mit seinen Sekundärklemmen an den Primäranker des Sekundärmotors.

Die Anordnung ist in Fig. 13 dargestellt. A ist der Primärmotor, B der Sekundärmotor und C' C'' der zwischengeschaltete Periodenumformer.

a) Wirkungsweise.

In dieser Schaltung formt der Periodenumformer den dem Primärmotor entnommenen Strom bei jeder Geschwindigkeit der beiden Hauptmotoren in einen dem

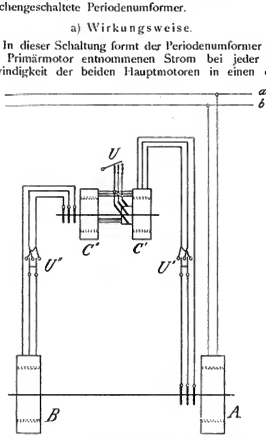


Fig. 13. Erweiterte Kaskadenschaltung für Wechselstrom mit Periodenumformer.

Sekundärmotor entsprechenden Strom variabler Periodenzahl um, und zwar in der Weise, daß die Geschwindigkeit der beiden Hauptmotoren nicht nur bis zu dem der Kaskadenschaltung entsprechenden Synchronismus, sondern ohne Umschaltung bis zum Synchronismus des Primärmotors variieren kann, wobei der Sekundärmotor

sich dann allmählich entlastet. Hierbei variiert die Drehzahl des Periodenumformers selbst nur in mäßigen Grenzen.

Sind die beiden Hauptmotoren Motoren gleicher Polzahl, so muß der Periodenumformer bei allen Geschwindigkeiten der Hauptmotoren mit annähernd konstanter Drehzahl laufen. Denken wir uns z. B. die primäre Periodenzahl sei 100, so ist bei Stillstand der Hauptmotoren die Periodenzahl im Sekundäranker des Primärmotors gleichfalls 100 und die Hilfsmotoren laufen zunächst synchron mit dieser Periodenzahl 100, so daß die dem Sekundärmotor zugeführte Periodenzahl gleich Null ist. Denken wir uns jetzt die Drehzahl der Hauptmotoren wachse auf den der Kaskadenschaltung entsprechenden Synchronismus, so fällt die Periodenzahl im Sekundäranker des Primärmotors, d. h. die dem Periodenumformer zugeführte Periodenzahl, von 100 auf 50. Die dem sekundären Betriebsmotor zugeführte Periodenzahl muß bei dieser Geschwindigkeit gleichfalls 50 sein, der Periodenumformer muß mithin im Verhältnisse von 1 : 1 transformieren, d. h. mit dem der ihm zugeführten Periodenzahl 50 entsprechendem doppelten Synchronismus laufen, so daß seine Drehzahl dieselbe geblieben ist. Das gleiche gilt für höhere Geschwindigkeiten der Hauptmotoren. In der Tat wird seine Drehzahl im Anfang infolge der größeren Schlüpfungsverhäste im Sekundärmotor sogar etwas größer sein, so daß seine Drehzahl mit zunehmender Geschwindigkeit der Hauptmotoren abnimmt, er also jedenfalls seine maximale Leistung bei seiner maximalen Geschwindigkeit entwickelt und somit bestens ausgenutzt ist.

Man kann hierin noch weiter gehen, wenn man die Polzahl des sekundären Hauptmotors kleiner macht als die Polzahl des primären Hauptmotors. Nehmen wir z. B. an, dieselbe sei halb so groß, so würde, mit zunehmender Drehzahl der Hauptmotoren die Drehzahl des Periodenumformers auf $^2/_3$ bzw. weniger als $^2/_3$ fallen. Hiervon würde man Gebrauch machen können in Anlagen wo die Hauptmotoren mit großer Überlastung anlaufen müssen, indem man gleichzeitig die lebendige Arbeit der synchron laufenden Hilfsmotoren zur Unterstützung und zur weiteren Reduktion des Stromverbrauches beim Anlauf benutzen könnte, ev. diese Motoren mit einem Schwungrade kuppelte. Da die Drehzahl abnimmt, so muß die hierbei verbrauchte lebendige Arbeit dadurch wieder zur Erscheinung kommen, daß sie in dem als Generator arbeitenden Hilfsmotor C'' in elektrische Arbeit umgesetzt wird und den Anlauf des Motors B unterstützt, ohne das Primärnetz stärker zu belasten, in der Weise, wie dieses bei den bekannten Wechselstromgleichstromförderanlagen mit Schwungradumformern der Fall ist. Eine Schwungradwirkung im entgegengesetzten Sinne würde eintreten, wenn man die Polzahl des Primärmotors kleiner machte als die des Sekundärmotors. In diesem Falle würde die Schwungradwirkung sich einstellen bei der Drehzahlabnahme der Hauptmotoren, bei Belastungsstößen, wie sie in Walzwerken und ähnlichen Anlagen auftreten, und Stromstöße im Netze vermeiden.

b) Größe.

Vom wirtschaftlichen Standpunkte aus ist nun zunächst die Frage von Wichtigkeit, wie es sich mit der Größe der Hilfsmotoren verhält im Vergleiche zur Größe der Hauptmotoren. Die Größe dieser Hilfsmotoren ist dadurch bestimmt, daß sie im Dauerbetriebe einen Teil der zugeführten elektrischen Arbeit in Strom anderer Periodenzahl umzuformen haben. Gegenüber den bekannten Umformerschaltungen im Gleichstrombetriebe kommt hier zunächst der praktische Vorteil in Rechnung, daß sie nicht die ganze zugeführte Arbeit umformen brauchen, sondern nur die dem Sekundäranker des Primärmotors entnommene und dem Sekundärmotor zugeführte Arbeit. Sind die beiden Hauptmotoren Maschinen gleicher Polzahl, so ist dieses rund die Hälfte der primär zugeführten Arbeit, und wählt man, in der Weise wie oben angegeben war, die Polzahl des Sekundärmotors niedriger als die des Primärmotors, so wird die durch die Hilfsmotoren umzuformende Arbeit sogar ein geringerer Bruchteil als die Hälfte des gesamten Verbrauches. Die Dimensionen der Hilfsmotoren hängen natürlich davon ab, für welche Drehzahl man sie dimensioniert, d. h. von ihrer Polzahl. Würde man sie so wählen, daß ihre Drehzahl gerade der vollen Drehzahl der Hauptmotoren entspräche, so würde ihre Größe rund die Hälfte oder weniger als die Hälfte der Hauptmotoren. Im allgemeinen wird man für diese Hilfsmotoren aber schnellaufende Maschinen benutzen, deren Drehzahl die doppelte oder dreifache der Betriebsmotoren betragen möge, so daß ihr aktives Gewicht auf rund $^1/_4$ bis $^1/_6$ desjenigen der Betriebsmotoren fallen wird.

Um sich über die maschinelle Größe der Hilfsmotoren einen übersichtlichen Begriff zu machen, kann man die Anordnung mit der Ward-Leonhard-Schaltung für Gleichstrom vergleichen. Die Wirkungsweise ist offenbar, wie aus dem oben Gesagten hervorgeht, eine ganz ähnliche. Dahingegen haben bei der Ward-Leonhard-Schaltung die Hilfsmotoren die gesamte zugeführte Arbeit umzusetzen; bei der vorliegenden Anordnung hingegen nur einen Bruchteil.

Dasselbe gilt auch für den Kommutator des Hilfsmotors C. Wir haben es hier zwar mit einem Wechselstromkommutator zu tun. Die Kommutierungsverhältnisse sind aber keineswegs mit denen der bekannten Wechselstromkommutatormotoren zu vergleichen, bei denen die Kommutierung durch die Anlaufsbedingungen und die, durch die Feldwechsel erzeugte, sog. Transformatorspannung, bestimmt wird. Der Kommutator ist beim Anlauf der Hauptmotoren maximal belastet, läuft hier aber synchron mit der Periodenzahl des zugeführten Stromes. Die Wechselzahl im Anker und die sog. Transformatorspannung an den Lamellen wird deshalb gleich Null. Erst im Betriebe wächst diese Transformatorspannung allmählich an, gleichzeitig fällt dann aber die Periodenzahl, Spannung und Stärke des zugeführten Stromes, und die Belastung des Kommutators nimmt ab. Es genügt also, den Kommutator für den Anlauf der Hauptmotoren zu berechnen. Die Lamellenspannung ist dann ausschließlich durch die Stromwendespannung, die sog. Reaktanzspannung, gegeben, und der Kommutator berechnet sich fast genau wie ein Gleichstromkommutator. Ein Vergleich mit Wechselstromkommutatormotorenbetrieb erübrigt sich deshalb von selbst, und der Kommutator wird im Prinzip nicht größer wie ein Gleichstromkommutator gleicher Leistung.

Mit der Ward-Leonhard-Schaltung verglichen, bei der eine dreimalige Umrichtung des Stromes stattfindet, wird hier der wesentliche Teil der zugeführten Arbeit in den Motoren durch Induktion in Strom anderer Periodenzahl umgeformt und der Kommutator hat nur einen Bruchteil der zugeführten Arbeit umzurichten. Er erfüllt hier mehr die Rolle eines Taktgebers, während der Hauptteil der Arbeit in den kommutatorlosen Wicklungen der Motoren umgeformt wird. Der Kommutator wird infolgedessen beträchtlich kleiner als die Gleichstromkommutatoren in der Ward-Leonhard-Schaltung. Wir erhalten das interessante Ergebnis, daß die Schaltung gestattet im reinen Wechselstrombetriebe dieselben Regulierungen zu erzielen wie im Gleichstrombetriebe überhaupt erreichbar sind, und dieses sogar mit einfacheren Mitteln.

c) Selbstregulierung.

Schließlich ist noch auf eine ganz eigenartige Selbstregulierung aufmerksam zu machen, welche vielleicht zu den Hauptvorteilen der vorliegenden Schaltung gezählt werden dürfte. D. h. die Hilfsmotoren lassen sich so einstellen, daß ohne Nachregulierung die Betriebsmotoren von Stillstand bis zur annähernd vollen Geschwindigkeit mit annähernd konstantem primärem Stromverbrauche anlaufen, der z. B. durch einmalige Einstellung der Bürsten des Hilfsmotors C' gegeben ist, während ihre Zugkraft sich selbsttätig der jeweiligen Geschwindigkeit anpaßt.

Es handelt sich hier nicht nur um eine Selbstregulierung, wie wir sie z. B. beim Gleichstromreihenschlußmotor kennen, bei dem ja bekanntlich auch die Zugkraft sich der Geschwindigkeit bis zu einer gewissen Grenze anpaßt, wobei jedoch zwischen Stillstand und voller Geschwindigkeit eine Anzahl Umschaltungen erforderlich sind. Es handelt sich vielmehr um eine vollkommene Selbstregulierung ohne jede Nachregulierung vom Stillstand bis zur vollen Gesehwindigkeit. Ob hierbei der Stromverbrauch ein absolut konstanter ist, ist natürlich nicht von praktischer Bedeutung. Tatsächlich lassen sich die Verhältnisse so einstellen, daß der Stromverbrauch in praktischen Grenzen konstant bleibt.

Diese Selbstregulierung wird bewirkt durch die zwischen den beiden Hilfsmotoren C' und C'' auftretenden Ausgleichsströme, welche im Anfange in der einen, am Ende in der anderen Richtung fließen, und die Felder der beiden Motoren so regulieren, daß sie sich ganz selbsttätig der jeweiligen Belastung und Geschwindigkeit der Hauptmotoren anpassen. (Schluß folgt.)

Kleine Nachrichten.

Allgemeines.

Berliner Verkehrsfragen. Die Tageszeitungen melden, daß der Minister der öffentlichen Arbeiten an die Stadt Berlin das Ersuchen gerichtet hat, sich bis Weihnachten zu erklären, ob sie den Tunnelprojekten der Großen Berliner Straßenbahn zustimme. Es steht daher zu erwarten, daß nunmehr in Kürze eine Entscheidung in dieser schon über zwei Jahre schwebenden Sache erfolgen wird. Die Angelegenheit hat große Bedeutung sowohl in verwaltungsrechtlicher wie auch in technischer Hinsicht, und sie betrifft einen wichtigen Teil des Verkehrsproblems von Groß-Berlin.

Bekanntlich überrasehte die Große Berliner Straßenbahn im September 1903 die Öffentlichkeit mit dem Anerbieten, ihre Gleise aus der Leipziger Straße zu entfernen und diesen Straßenzug mit einem viergleisigen Tunnel zu unterfahren. Sie bot ferner an, einen Straßenbahntunnel Unter den Linden vom Brandenburger Tor bis zum Opernhaus zu bauen und verlangte dafür als Entgelt eine Verlängerung ihrer Konzession auf 90 Jahre. Der bestrickende Vorschlag, der großen »Verkehrsnot« in der Leipziger Straße dadurch abzuhelfen, daß man den ganzen Straßenbahnverkehr daraus entferne, wandte die Gunst der öffentlichen Meinung auf die Seite der Straßenbahn und zeitigte den unbeabsichtigten Erfolg, daß die jahrelangen Verhandlungen zwischen Stadt und Hochbahn wegen der Verlängerung nach dem Spittelmarkt plötzlich zum Abschluß kamen. Bei nüchterner Beurteilung stellt sich das Anerbieten der Straßenbahn als ein äußerst geschickter Schachzug dar.

Schon seit längerer Zeit hatte bei der Stadtverwaltung der Gedanke die Oberhand gewonnen, daß die Ausbildung eines »Verkehrsmonopols« der Großen Berliner Straßenbahn verhindert werden müsse. Gelegentlich der Umwandlung der Straßenbahn in elektrischen Betrieb war ein Vertrag zustande gekommen, wonach die Große Berliner Straßenbahn alle in den öffentlichen Straßen liegenden Bahnanlagen der Stadt Berlin im Jahre 1919 unentgeltlich überläßt. Inzwischen hatte auch Berlin die Aktienmehrheit einiger von der Siemens & Halske-A.-G. gebauten Straßenbahnlinien erworben, sie plant seit längerer Zeit den Bau und Betrieb eigener Straßenbahnlinien.

Es gelang jedoch der Straßenbahngesellschaft, eine dreißigjährige Verlängerung ihrer Konzession von der Regierung zu erhalten, ohne daß die Stadt Berlin um ihre Zustimmung gefragt worden wäre. Dieser Umstand bildet die Quelle fortlaufender Mißhelligkeiten zwischen Stadt und Straßenbahn. Dabei sind die Einwohner Berlins die Leidtragenden, denn für deren anwachsende Verkehrsbedürfnisse wurde nicht in genügender Weise gesorgt, da die Stadt Berlin Erweiterungen des hisherigen Straßenbahnnetzes teils versagte mit der Begründung, daß sie selbst die Absicht habe, diese Straßen mit Bahnen zu belegen, teils ihre Zustimmung von der Bedingung abhängig machte, daß die Straßenbahn anerkenne, daß sie mit dem Ablauf des Jahres 1919 ihren Betrieb an die Stadt Berlin abzutreten habe.

Hieran ist natürlich nicht zu denken, denn durch die Konzession hat die Straßenbahn auch die Verpflichtung, den Betrieb zu führen, eine Verpflichtung, die sie nicht ohne Zustimmung der Staatsbehörden an andere abtreten kann. Tatsächlich war das Ergebnis endloser und erregter Debatten, daß für den Verkehr so gut wie nichts gesehah, und, da beide Teile der Verständigung abgeneigt waren, erschien das Ende dieser Mißhelligkeiten unabsehbar. Unter diesen Umständen war es, wie gesagt, ein höchst geschicktes Vorgehen der Straßenbahn, daß sie die anwachsende Verkehrsnot des am stärksten belasteten Straßenzuges benutzte, um eine Klarstellung dieser Verhältnisse herbeizuführen, natürlich mit der Absicht, dabei einen erheblichen Vorteil für sich zu gewinnen.

Die »Verkehrsnot« der Leipziger und Potsdamer Straße ist in Berlin sprichwörtlich geworden. Daß aber auch an anderen Stellen eine sog. »Verkehrsnot« herrscht, davon merken nur wenige etwas, weil die »bessere« Bevölkerung mit diesen anderen Stellen nicht in fühlbare Berührung kommt. Bei der Leipziger Straße aber kann man das Bild mit einer großen Perspektive ausstatten, weil diese Straße sich in ihrer ganzen Länge geradlinig hinzieht, die »Not« also mit einem Blick zu übersehen ist, während man sie an anderen Stellen nur bei Verschiebung des optischen Gesichtspunktes stückweise nacheinander wahrnehmen kann (z. B. Rosentaler Straße, Münzstraße, Moritzplatz). Mit einem Wort: das Projekt der Leipziger Straße ist das Projekt der »besseren« Leute. Ferner fehlt es den Berlinern an einem absoluten Maßstabe, sie rechnen immer nur relativ mit den Berliner Verhältnissen. Hat denn jemand jemals gefragt, wie die »Verkehrsnot« anderer Städte beschaffen ist und wie sich dagegen Berlin ausnimmt? Wir glauben, daß diejenigen, welche nach derartigen Maßstäben suchen würden, in London, New York und anderwärts noch eine ganz andere »Verkehrsnot« feststellen könnten, die man dort noch nicht einmal übertrieben empfindet.

Wenn man sich die inneren Gründe vor Augen hält, die die Entstehung des Tunnelprojektes der Großen Berliner Straßenbahn veranlaßten, so wird man sich nicht wundern, daß dieses Projekt hinsichtlich seiner rein technischen Gestaltung in den Eisenbahnkreisen große Bedenken zutage förderte. Insbesondere kommt ein Gutachten, welches Regierungsrat a. D. Kemmann der Stadt über die betriebstechnische Seite des Projektes erstattete

zu einem abfälligen Urteil. Ferner hat Prof. Cauer in der »Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen« 1907, Nr. 90 und 91, im Anschluß an das Kemmannsche Gutachten und es ergänzend eine Reihe weiterer Bedenken begründet und kommt ebenfalls zu dem Ergebnis, daß die Entwürfe hinsichtlich ihrer technischen Gestaltung solche Mängel aufweisen, daß vor ihrer Ausführung zu warnen ist.

Die Bedenken von Kemmann und Cauer richten sich gegen die Viergleisigkeit des Leipziger Straße-Tunnels deswegen, weil die vier Gleise an den Haltestellen je zu zweien derart ineinander geschlungen sind, daß sie an der gleichen Bahnsteigkante vorbei führen. Es bedarf keiner weiteren Erläuterung, daß man den beiden Herren darin zustimmen muß, daß diese Art der Viergleisigkeit gar keinen Sinn hat, daß eine zweigleisige Bahn ebenso leistungsfähig und erheblich betriebssicherer ist als diese sog. viergleisige Anlage.

Kemmann erörtert die Verhältnisse bei ähnlichen Tunnelanlagen in amerikanischen Städten, die er an Ort und Stelle studiert hat, insbesondere den Tremontstraßen-Tunnel in Boston. Die Schwierigkeiten, die sich hier bei der Abwicklung des Verkehrs auf den Bahnsteigen zeigen, führen Kemmann zu dem Schluß, daß die vorgesehenen Bahnsteiganlagen ganz und gar unzureichend sind.

Cauer behandelt insbesondere die ringförmigen Gleis- und Weichenanlagen am Brandenburger Tor und am Opernplatz, die er als ganz unzweckmäßig ansieht, und warnt ebenfalls, wie Kemmann, vor den vielfachen Linienverkettungen. Jedenfalls haben Kemmann und Cauer klargelegt, daß die technische Gestaltung der Projekte im einzelnen keineswegs die begeisterte Aufnahme rechtfertigt, die der allgemeine Gedanke einer Untertunnelung der Leipziger Straße in der Öffentlichkeit gefunden hat. Beide weisen darauf hin, daß die notwendigen Erweiterungen des Straßenbahnnetzes besser auf oberirdischen Wegen geschehen würden.

Während sich Kemmann und Cauer nur mit der technischen Frage befassen, weist Petersen[1]), der übrigens von großer Übereiung der Arbeit spricht, darauf hin, daß für die Straßenbahngesellschaft die technischen Fragen zurzeit ziemlich nebensächlich sind, daß für diese vielmehr die Frage der Konzessionsverlängerung im Vordergrund des Interesses steht. Petersen führt die Verhältnisse weiter aus, die wir am Eingang erörterten.

Es ist klar, daß auch für die Stadt Berlin die Frage der Konzessionsverlängerung viel wichtiger ist als irgendwelche technischen Einzelheiten. Trotzdem scheint die Stadtverwaltung geglaubt zu haben, das Projekt durch eine Bemängelung seiner technischen Gestaltung zu Fall bringen zu können. Auf diese Weise sind zwei Jahre vergangen, ohne daß etwas Positives geschaffen wäre. Inzwischen wächst der Verkehr immer stärker an, und bei den Staatsbehörden ist längst erkannt worden, daß zur Abhilfe der Verkehrsnot etwas getan werden muß. Und es wäre gar nicht ausgeschlossen, daß sich die Ansicht bildete, das Projekt der Straßenbahn sei zu genehmigen mit Rücksicht darauf, daß es nach Beseitigung der ihm noch anhaftenden technischen Mängel doch eine beträchtliche Verbesserung der Berliner Verkehrsverhältnisse bieten könnte.

Die Behandlung der Straßenbahnangelegenheiten durch die Stadt ist aber nur ein Glied in der Kette von Verzögerungen, die der Stadt Berlin in den Verkehrsangelegenheiten zur Last fallen. Dieselben hängen wahrscheinlich zusammen mit der parlamentarischen Leitung des Gemeinwesens. Die Mitglieder der Deputationen werden ja gewählt vorzugsweise nach Maßgabe ihres persönlichen Einflusses und der Stärke der politischen Parteien. Wenn auch in den Deputationen vorzugsweise Abgeordnete mit gesundem Urteil sitzen, so macht sich doch gerade bei der Verkehrsdeputation manchmal der Mangel einer eingehenden Kenntnis der Materie fühlbar. So einfach es ist, die augenblicklichen Mängel im Verkehrsleben zu erkennen, so schwierig ist es, bei der für die Zukunft vorsorgenden Verkehrspolitik die richtigen Maßnahmen zu treffen; dazu gehört eine gründliche Kenntnis aller Erscheinungsformen des Verkehrslebens, deren Erwerb auch für die leitende technische Stelle nicht immer leicht gemacht wird.

Bei der gegenwärtigen Sachlage ist es nicht unwahrscheinlich, daß die Stadt Berlin ihre Absicht, das Straßenbahnwesen zu verstadtlichen, auf lange Jahre wird zurückstellen müssen. Auf jeden Fall sollten die städtischen Behörden aus diesen Vorgängen eine Lehre ziehen und beizeiten Vorsorge treffen, daß man nicht noch einmal in eine ähnliche Zwangslage gebracht werden kann. Hierfür ist unerläßlich, daß die Stadt baldigst selbst große durchgehende Straßenzüge neu schafft bzw. die bestehenden auf das Maß erweitert, das notwendig ist, um den künftigen Verkehrszuwachs aufnehmen zu können. Nicht aber sollte sie darauf warten, ob sie nicht einem Verkehrsunternehmen diese Leistungen aufbürden kann.

Auch in bezug auf die Vervollkommnung des Schnellbahnnetzes hat man die Empfindung, als ob die städtischen Organe, denen das Verkehrswesen obliegt, nicht fördernd genug wirkten. So z. B. liest man sehr oft neue Nachrichten über das Schwebebahnprojekt, ohne daß dieses jedoch in nennenswertem Umfange vorwärts gebracht worden wäre. Es scheint fast, als wäre man bei der Stadt noch der Meinung, daß Schnellbahnen nur in der Gestalt von Untergrundbahnen anzulegen seien, während doch von sehr vielen Fahrgästen eine Fahrt im Freien auf erhöhtem Bahnkörper der Fahrt im Untergrund entschieden vorgezogen wird. Sollte erstere Meinung wirklich die Oberhand haben, so könnte das für die Berliner Finanzwirtschaft von schweren Folgen sein. Schon hinsichtlich der beiden bisher bekannt gegebenen städtischen Projekte von Untergrundbahnen, einer Linie im Zuge der Friedrichstraße, einer zweiten von Moabit nach Rixdorf, ist es nach allen bisherigen Erfahrungen noch gar nicht sicher, daß sie nicht für einige Zeit beträchtliche Opfer für die Verzinsung der Anlagekosten erheischen können.

[1]) Petersen, Personenverkehr und Schnellbahnprojekte in Berlin. Berlin 1907. Verlag von Gustav Ziemsen.

Wirtschaftliche Untersuchungen.

Die Vorbereitungen der Staatsbahnverwaltung für die Einführung des elektrischen Betriebes auf Hauptlinien (in Österreich). Über dieses Thema hielt Herr W. Freiherr v. Ferstel, Oberbaurat der k. k. Eisenbahn-Baudirektion in Wien, in der Vollversammlung des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins vom 7. Dezember 1907 einen Vortrag, welchen wir auszugsweise nachstehendes entnehmen.

Die österreichische Staatsbahnverwaltung hat im Januar 1907 eine eigene Studienabteilung ins Leben gerufen, deren Aufgabe es ist, die vorbereitenden Arbeiten für die eventuelle Elektrisierung von Hauptbahnen, insbesondere der Gebirgsbahnen, in Österreich durchzuführen.

Der Verkehr auf den österreichischen Gebirgsbahnen ist trotz der fortwährenden Steigerung vorläufig noch kein so intensiver, daß er mit den bestehenden Einrichtungen nicht mehr bewältigt werden könnte, wenngleich für einzelne Linien dieser Zeitpunkt nicht mehr sehr ferne liegen dürfte.

Der Hauptgrund der Bestrebungen für die Einführung des elektrischen Betriebes auf den österreichischen Alpenbahnen liegt in dem Umstande, daß es möglich sein wird, durch Ausnutzung von Wasserkräften eine billige Betriebskraft zu schaffen.

Die Kohlenpreise zeigen eine fortwährend steigende Richtung; so müssen die österreichischen Staatsbahnen für das Jahr 1908 die Kohlen (an den Kohlengruben) um 64% teurer bezahlen als im Jahre 1906. Außerdem haben die österreichischen Alpenbahnen mit sehr hohen Transportkosten für die Kohlen zu rechnen. Für die Arlbergstrecke, welche aus den verschiedensten Revieren Kohle bezieht, betrug die gebührenfreie Regiefracht im Jahre 1906 im Durchschnitt K 9,24 für 1 t Kohle. Für 1908 werden über 730000 t Steinkohle aus dem Auslande für den Bahnbetrieb bezogen, das sind um 90000 t Steinkohlen mehr als aus den inländischen Revieren.

Trotzdem dürften diese ungünstigen Verhältnisse für die Beschaffung des Brennmaterials für den Bahnbetrieb weniger dazu beigetragen haben, an eine raschere Lösung der Frage der Elektrisierung der österreichischen Alpenbahnen zu schreiten, als vielmehr der Umstand, daß infolge der in letzter Zeit erfundenen Verfahren der Elektrochemie und Elektrometallurgie die Gefahr entstand, daß die Industrie und Spekulation alle größeren Wasserkräfte mit Beschlag belegen werde.

In anderen Staaten hat man durch Gesetze und Verordnungen dem Staate hinsichtlich der wasserrechtlichen Fragen gewisse Vorrechte eingeräumt.

In Österreich werden die wasserrechtlichen Fragen durch 17 Landesgesetze geregelt, deren Abänderung in naher Zeit zugunsten der Staatsbetriebe wohl nicht möglich ist. Es blieb daher für die Sicherstellung der für den elektrischen Bahnbetrieb nötigen Wasserkräfte der Staatsbahnverwaltung nur das Auskunftsmittel, selbst an eine rasche Konzessionserwerbung von Wasserkräften zu schreiten.

Die ungünstigen Betriebsverhältnisse eines elektrischen Kraftwerkes für einen Hauptbahnbetrieb (große Belastungsmaxima gegenüber der Durchschnittsbelastung), das eigentümliche Stromversorgungsgebiet bei Eisenbahnen im Gegensatz zu industriellen und städtischen Anlagen, die Untersuchungen über die Eignung (Gefälle, Maximal- und Minimalwasser, Möglichkeit der Akkumulierung) der verschiedenen Wasserkräfte für den Bahnbetrieb und die Wechselwirkung mehrerer Kraftwerke aufeinander usw. erheischen umfangreiche Arbeiten. Auch die Verbindung von Wasserkraftanlagen mit Dampfkraftwerken fällt in den Kreis dieser Betrachtungen. In dem Vortrage wurden an einem Beispiel für die Bahnstrecke Villach—Triest mit einem Wasserkraftwerk am Isonzo die verschiedenen Belastungsverhältnisse und Betriebsmöglichkeiten eingehend erläutert. Hinsichtlich der Ausnutzbarkeit einer Wasserkraft-Elektrizitätsanlage über das Niveau ihrer Minimalwassermenge wird die Verwertung des überschüssigen Betriebswassers durch Betriebe der Elektrochemie und Elektrometallurgie ins Auge gefaßt werden müssen.

Die bisherigen Arbeiten der eingangs erwähnten Studienabteilung erstrecken sich auf sämtliche von den k. k. Staatsbahnen betriebenen Strecken, welche südlich der Donau gelegen sind. Die Gesamtlänge der studierten Bahnlinien ist rd. 4000 km.

Die Studien in verkehrstechnischer und elektrotechnischer Richtung werden von jenen für die Erwerbung und den Ausbau von Wasserkräften vorläufig noch getrennt durchgeführt. Eine gemeinsame Behandlung wird erst eintreten können, sobald die Lage und Leistung der verfügbaren Wasserkräfte festgestellt sein werden.

Um die Aufteilung des Arbeitsverbrauches später schnell durchführen zu können, wurde das gesamte Arbeitsgebiet in 150 annähernd gleiche Studienabschnitte eingeteilt, wobei selbstverständlich auf einheitliche Terrainfiguration und Betriebsverhältnisse Rücksicht genommen wurde.

Für diese Arbeiten war die Zusammenstellung eines außerordentlich umfangreichen Studienmaterials über die einzelnen Strecken in baulicher Hinsicht und des auf denselben sich abwickelnden Verkehres erforderlich. Diese Daten wurden bei den beteiligten fünf Staatsbahndirektionen und 50 Heizhausleitungen und Exposituren gesammelt.

Hierbei wurden auch jene Betriebszahlen, welche einen Vergleich der wirtschaftlichen Ergebnisse des Dampfbetriebes mit jenen des elektrischen Betriebes ermöglichen, erhoben.

Hinsichtlich der Wahl des Stromsystemes sei bemerkt, daß die Organe der Studienabteilung in dieser Frage mit maßgebenden Persönlichkeiten der Nachbarstaaten in Beziehung getreten sind.

Für die Wahl des Stromsystemes werden noch die Gutachten von Fachmännern aus industriellen Kreisen eingezogen werden.

Die auf die Erwerbung und den Ausbau von Wasserkräften abzielenden Arbeiten werden im Einvernehmen mit dem hydrographischen Zentralbureau durchgeführt. Letzteres übernahm die Fortführung des hydrotechnischen Messungsdienstes, während die Studienabteilung die übrigen vorbereitenden Arbeiten in Angriff nahm.

Auf Grund des vom k. u. k. militärgeographischen Institute gelieferten Kartenmaterials wurden die Längenprofile der Wasserläufe untersucht, die Niederschlagsgebiete bestimmt und nach den bereits veröffentlichten Daten des hydrographischen Institutes die Berechnung der Niederschlags- und Abflußmengen durchgeführt.

Auf diesem Wege wurden für das Gebiet von Salzburg bis zum Bodensee mit einer Tallänge von 600 km 40 der eingehenderen Untersuchung werte Gefällstufen gefunden, die in Skizzenprojekten dargestellt wurden. Diese Gefällstufen wurden dann im Gelände auf ihre technische und wirtschaftliche Ausbauwürdigkeit eingehend untersucht.

Von diesen 40 Gefällstufen wurden auf diese Weise wieder 33 als einer detaillierten weiteren Bearbeitung würdig erkannt.

Für diese Auslese von Wasserkräften wurden die Aufnahmen für die Detailprojekte im Gelände gemacht und für zwölf Gefällstufen die Vorarbeiten für die planliche Darstellung bereits durchgeführt.

Diese zwölf Projekte umfassen zusammen 90 km Tallänge mit einem Gesamtgefälle von 1650 m und einer kleinsten Gesamtleistung von 41000 PS.

Bei den Terminaufnahmen wurde auch die stereophotogrammetrische Aufnahmemethode, bei welcher das Aufnahmegelände nicht betreten werden muß, häufig in Anwendung gebracht.

Neben den vorgenannten systematischen Arbeiten hatte die Studienabteilung eine ganze Reihe außerhalb des Programmes gelegener Erhebungen durchzuführen und Projekte zu verfassen, und zwar für Wasserkräfte, für welche sich auch andere Bewerber einstellten.

An fertigen Projekten aus früherer Zeit wurden übernommen die Projekte für die Wasserkräfte der Salzach zwischen Werfen und Golling, des Isonzo zwischen Flitsch und Karfreit, der Save zwischen Moste und Rann, der

Oetz zwischen Tumpen und Oetz, des Inn zwischen der Pontlatzerbrücke und Landeck.

Für das Isonzo- und Oetzwerk haben die wasserrechtlichen Verfahren bereits stattgefunden.

Die Kosten der im Jahre 1907 durchgeführten Arbeiten betragen K 130000. Für das Jahr 1908 sind diesbezüglich im Staatsvoranschlage K 280000 vorgesehen.

Dem mit großem Beifall aufgenommenen Vortrage, welchem auch Se. Exz. der Eisenbahnminister Dr. v. Derschatta und mehrere Reichsratsabgeordnete beiwohnten, schloß sich eine interessante Debatte an. —l.

Aus den Geschäftsberichten.

Dem **Geschäftsbericht für 1906 der Aachener Kleinbahngesellschaft** entnehmen wir: Die Gleislänge des gesamten Bahnnetzes betrug Ende 1906: im Bahnnetz I (Stadtgebiet einschließlich der Strecke Vaals, Holland) 42950 m, im Bahnnetz II (Linien zwischen der Stadt und den nächsten Vororten derselben) 16804 m, im Bahnnetz III (Überlandlinien im Bezirk Stolberg—Eschweiler—Alsdorf) 47096 m, zusammen 106850 m. Davon entfallen auf Streckengleise 100218 m, auf Stations- und Nebengleise 2610 m, auf Anschlüsse 4022 m, zusammen 106850 m. Darin sind enthalten 787 m normalspurige Gleise, welche zu Anschlüssen an verschiedene Güterbahnhöfe der Staatsbahn dienen. Ferner sind noch acht Privatanschlüsse mit zusammen 1204 m Gleislänge in Schmalspur vorhanden.

Die einfache Betriebslänge (Doppelgleise und Anschlüsse abgerechnet) belief sich auf rd. 91,5 km. Die Oberleitung enthält 134 km Kontaktdraht und 111 km Speiseleitungsdraht an schmiedeeisernen Masten sowie 11 km Speiseleitungsdraht in besonderer Linienführung.

Das Bahnanlagekonto belief sich am 31. Dezember 1906 auf M. 4084053,82, im Vorjahre auf M. 4063096,55.

Das für unser Landnetz erbaute Kraftwerk enthält eine Maschinenhalle mit vier Dampfmaschinen von je 300 PS mit Zentralkondensation, vier Dynamomaschinen von je 200 KW und eine Zusatzmaschine, eine Pufferbatterie von 610 Amp.-St. Leistung in besonderem Gebäude, ein Kesselhaus mit vier Wasserröhrenkesseln von je 166 qm Heizfläche; ferner ein Gradierwerk (Kaminkühler) und eine Brunnenanlage.

Das Kraftwerkkonto weist am 31. Dezember 1906 denselben Bilanzbetrag wie im Vorjahre auf, nämlich M. 638545,72.

Die Gesellschaft besaß am Schlusse des Betriebsjahres: 6 vierachsige Wagen mit je 4 Motoren, 86 zweiachsige Wagen mit je 2 Motoren, zusammen 92 Motorwagen, 64 Anhängewagen, 60 Güterwagen. Die sechs vierachsigen Motorwagen sind mit je 50 Plätzen und zwei getrennten Abteilungen für Raucher und Nichtraucher eingerichtet. Die Zahl der für Personenbeförderung im Betriebe befindlichen Wagen wechselte je nach dem Verkehr zwischen 90 und 144 Wagen.

Zu den Güterwagen gehören folgende Arten: 35 Kippwagen von je 5 t Ladegewicht, 14 Kastenwagen von je 5 t Ladegewicht, 9 Kastenwagen von je 2 t Ladegewicht, 2 Schienenwagen von je 4 t Ladegewicht.

Es wurden zurückgelegt: von den Motorwagen im Personenverkehr 3318522 km, im Güterverkehr 8668 km, von den Anhängewagen 1244867 km, von den Güterwagen 82395 km, zusammen 4654452 km oder 12752 km auf den Tag.

Werden die Zahlen bei den Anhänge- und Güterwagen auf Motorwagenkilometer mit $^1/_3$ umgerechnet, so ergeben sich insgesamt 3769611 Motorwagen-km mit je 0,8 KWSt. Stromverbrauch (einschl. Werkstattmotoren und Stationsbeleuchtung).

Das Wagenkonto schließt am 31. Dezember 1906 ab mit M. 1568635,60, im Vorjahre mit M. 1525864,98, mithin Zugang M. 42770,62 für sechs neue Anhängewagen und Beschaffung der elektrischen Ausrüstungen für vier neue, noch nicht angelieferte Motorwagen.

Für Neubauten beliefen sich die Aufwendungen: 1. Für die verlegten Gleisstrecken einschl. Oberleitung auf M. 995513,42, 2. für die errichteten Wagenhallen, Werkstätten und Wohnhäuser in Brand und Eynatten auf M. 281211,34, 3. für die Maschinenstationen ebendaselbst auf M. 140218,99, 4. für 17 Motor-, 12 Anhänge- und 21 Güterwagen auf M. 324278,06, 5. für Maschinen und Gerätschaften, Verwaltungskosten, Bauzinsen usw. auf M. 184198,74, zusammen M. 1925420,55.

Die Einnahmen aus der Personenbeförderung haben sich nach den einzelnen Monaten wie folgt gestaltet:

Januar	M. 106785,20	
Jahresabonnements	» 43204,—	M. 149989,20
Februar		» 97508,95
März		» 104632,95
April		» 123357,95
Mai		» 123653,60
Juni		» 127541,05
Juli		» 146419,75
August		» 142413,40
September		» 136075,50
Oktober		» 134269,40
November		» 115462,95
Dezember		» 114199,85
		M. 1515524,55.

Von dieser Summe entfallen auf Einzelzahlungen M. 1326455,45, auf Abonnements M. 189069,10; im Tagesdurchschnitt rd. M. 4152. Der verkehrsreichste Tag war der 2. September, an welchem 77471 Personen befördert und M. 8832 eingenommen wurden.

Die Gesamtbeförderung belief sich auf 13540755 Personen.

Im Güterverkehr wurden für beförderte 39767 t in Wagenladungen zuzüglich der Stückgüter M. 39134,69 vereinnahmt.

Die Ergebnisse aus der Personen- und Güterbeförderung zuzüglich der sonstigen Einnahmen ergeben nachstehende Zusammenstellung:

1. Einzelzahlungen	M. 1326455,45	
2. Abonnements	» 189069,10	
3. Gütertransport	» 39134,69	
4. Plakatmiete	» 3977,50	
5. Zinsen und Mieten . . .	» 7910,76	
6. Verschiedenes	» 8512,31	
	M. 1575059,81	

Die Ausgaben verteilen sich folgendermaßen:

1. Zentralverwaltung		M.	39006,12
2. Betriebsdienst:			
a) Allgemeines . . .	M. 36921,17		
b) Kontrolleure und Schaffner	193749,93		
c) Wagenführer . . .	» 143239,82	»	373910,92
3. Zugkraft		»	312679,30
4. Stromführung		»	24883,55
5. Wagenunterhalt:			
a) Wagenmotoren . .	M. 59958,41		
b) Wagenkasten und Untergestelle . . .	» 98797,93	»	158756,34
	Übertrag:	M.	909236,23

	Übertrag:	M.	909 236,23
6. Bahnunterhalt		»	83 425,—
7. Gebäudeunterhalt			9034,71
8. Allgemeine Unkosten:			
a) Steuern u. Abgaben	M. 28 300,21		
b) Versicherungswesen	» 13 269,73		
c) Versorgungswesen	» 10 321,18	»	51 891,12
9. Verschiedenes		»	3700,46
	Zusammen	M.	1 057 287,52
Wiederholung: Einnahme		M.	1 575 059,81
Ausgabe		»	1 057 287,52
mithin Überschuß in 1906		M.	517 772,29
gegen einen Überschuß in 1905 von		»	497 390,94

Die Gesellschaft beschäftigte während des Betriebsjahres 1906 durchschnittlich 427 Personen auf den Tag. Die Gesamtlöhne der Angestellten betrugen M. 450 000. Ferner sind denselben an Unterstützungen, Prämien und Vergütungen zugeflossen M. 5445.

Für das Betriebsjahr 1906 sind zu Lasten des Gewinn- und Verlustkontos folgende Abschreibungen in der üblichen Form von Rücklagen vorgenommen worden, und zwar zur erforderlichen Tilgung der Anlagekosten nach Maßgabe der Konzessionsdauer und zur notwendigen Erneuerung der Bahnanlagen gemäß den gesetzlichen Bestimmungen:

1.	Für Tilgung der Bahnanlagekosten	M.	47 500
2.	» Erneuerung des Bahnkörpers	»	34 000
3.	» » der Oberleitung	»	14 500
4.	» » Kraftwerke	»	16 000
5.	» » Wagen	»	28 000
		M.	140 000

Von dem Überschuß von . . . . M. 517 772,29 sind in Abzug zu bringen:

Kreisanleihezinsen mit	M. 20 000,—		
Darlehenszinsen	» 116 611,49		
für Tilgung	» 47 500,—		
» Erneuerung	» 92 500,—	»	276 611,49
und verbleibt somit ein Reingewinn von		M.	241 160,80
zuzüglich des Vortrages von 1905 mit		»	9615,90
		M.	250 776,70

Gemäß § 25 des Gesellschaftsvertrages sind hiervon zu verwenden:

1.	zum Reservefonds nichts, da derselbe seine gesetzliche Höhe erreicht hat;		
2.	zum Spezialreservefonds	»	5000,—
		M.	245 776,70
3.	zu Gewinnanteilen	»	11 808,05
		M.	233 968,65
4.	zur ersten Dividende von 4%	»	120 000,—
		M.	113 968,65
5.	zur Vergütung an den Aufsichtsrat	»	10 435,30
		M.	103 533,35
6.	eine zweite Dividende von 3%. (zusammen also 7% Dividende) zu zahlen und den Restbetrag von	»	90 000,—
	auf neue Rechnung vorzutragen.	M.	13 533,35

Neue Bücher.

Die Eisenbahntechnik der Gegenwart. Herausgegeben von Barkhausen, Geh. Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule Hannover; Blum, Geh. Oberbaurat, Berlin; (†) von Borries, Geh. Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule Berlin; Courtin, Oberbaurat, Karlsruhe; Weiß, Regierungsdirektor, München. Vierter Band: Zahnbahnen, Stadtbahnen, Lokomotiven und Triebwagen für Schmalspur-, Förder-, Straßen- und Zahnbahnen, Betriebsmittel der Kleinbahnen und elektrischen Bahnen, Seilbahnen. Abschnitt B und C: Stadtbahnen Lokomotiven und Triebwagen für Schmalspur-, Förder-, Straßen- und Zahnbahnen. Bearbeitet von Dr.-Ing. O. Blum, Berlin; Rimrott, Berlin; (†) von Borries, Berlin; R. Abt, Luzern. XII und 333 S. gr. 8 mit 324 Abbildungen im Text und 16 Tafeln. Wiesbaden 1907, C. W. Kreidel. Preis M. 12,60, geb. M. 15.

Der Abschnitt B, Stadtbahnen, bringt aus der Feder von Otto Blum eine unfassende Darstellung der Eigenarten der dem städtischen Nahverkehr dienenden Bahnanlagen, wobei nicht nur die als Kleinbahnen betriebenen Bahnen, sondern auch die dem gleichen Zweck dienenden Vollbahnen, wie z. B. die Berliner Stadtbahn, in den Kreis der Betrachtungen gezogen sind. Berücksichtigt man, daß eine derartige zusammenhängende Behandlung hier zum ersten Male in der Literatur geboten wird, so muß man um so mehr anerkennen, daß der Herr Verfasser den umfangreichen und schwierigen Stoff vorzüglich beherrscht und es verstanden hat, das Wesentlichste herauszugreifen und in abgerundeter Form zur Darstellung zu bringen.

An diesem günstigen Gesamturteil können auch kleinere Ausstellungen nichts ändern. Hier und da hätte man größere Ausführlichkeit gewünscht; z. B. fehlt es in dem Abschnitt Linienführung an Beispielen; — bei der Schilderung der Vorzüge des Richtungsbetriebes auf viergleisigen Bahnen hätte auf die Möglichkeit des Übergangs der Züge von den Lokal- auf die Ferngleise schärfer hingewiesen werden können. Auch die Bauausführung der Tiefbahnen hätte vielleicht etwas ausführlicher behandelt werden können.

Treffende Einzelbemerkungen an vielen Stellen bezeugen ein tieferes Verständnis für die Eigenarten des städtischen Verkehrs; sehr gut sind z. B. die Bemerkungen über die Abmessungen der Bahnsteige.

Stellenweise bemerkt man, daß die Zahl der Prinzipskizzen im Verhältnis zu der der Ausführungsbeispiele etwas reichlich bemessen ist. Bei der Behandlung der Wagenschuppen wäre es vielleicht erwünscht gewesen, auf die Einzelheiten etwas einzugehen.

Zu rühmen ist, daß auch die Besonderheiten des elektrischen Betriebes und ihr Einfluß auf die Anordnung der Gleisanlagen der Stationen gebührende Berücksichtigung gefunden haben.

Der nächste Abschnitt behandelt in dem von Rimrott bearbeiteten Teile die Lokomotiven und Triebwagen für Schmalspur-, Förder- und Straßenbahnen. Ausgenommen sind die elektrischen Triebwagen, die in einem Abschnitt des nächsten Heftes behandelt werden sollen.

Sehr ausführlich besprochen sind die Lokomotiven für Schmalspur, ein Gebiet, auf dem der Herr Verfasser selbst als Konstrukteur erfolgreich tätig gewesen ist. Eine Fülle von Bauarten ist eingehend dargestellt und ein besonderer Abschnitt der Theorie gewidmet. In dem folgenden ebenfalls sehr reichhaltigen Abschnitt über Triebwagen wird die Aufmerksamkeit des Lesers besonders auf diejenige Art der Gastriebwagen gelenkt, bei denen der Antrieb der Wagenachsen durch elektrische Motoren erfolgt, bei denen also gewissermaßen ein elektrisches Kraftwerk mitführt. Der Herr Verfasser verspricht sich von dieser Bauweise die meisten Erfolge für die Zukunft, wenn er auch sagen muß, daß das wirtschaftliche Ergebnis gegenüber dem Dampfbetrieb mit

leichten Lokomotiven noch kein befriedigendes ist. Zu erwähnen ist auch ein Absehnitt über Druckluft-Betriebsmittel, der diesen Gegenstand erschöpfend behandelt.

Den Schluß bildet eine umfassende Vergleichung der versehiedenen Betriebsarten.

Der letzte Teil des Absehnittes *C* ist von den inzwischen verstorbenen von Borries und von Roman Abt geschrieben und behandelt die Lokomotiven und Triebwagen für Zahnbahnen. Zunächst sind die Hauptgesichtspunkte für die Bauart der Lokomotiven besprochen, dann folgen Beispiele. Den Schluß bildet eine wertvolle Zahlentafel ausgeführter Lokomotiven.

In dem im ersten Heft des Bandes enthaltenen Abschnitt *A* waren bekanntlich die Zahnbahnen behandelt [1]), und in diesem Abschnitt waren auch die Bauarten der Fahrzeuge hinsichtlich Antrieb und Bremsung besprochen und zwar sowohl für Dampf wie für elektrischen Antrieb. Es erscheint nicht besonders glücklich, daß die Dampflokomotiven nunmehr in Abschnitt *C* ausführlich behandelt werden, während die elektrischen Triebwagen hier gar nicht erwähnt, sondern anscheinend auf den nachsten Absehnitt (Betriebsmittel für elektrische Bahnen) verwiesen sind. Auf diese Weise werden die Betriebsmittel für Zahnbahnen in demselben Bande an drei Stellen behandelt.

Die Ausstattung des Heftes entspricht der sonstigen mustergültigen Ausstattung des Werkes.

Dem nächsten Hefte, das die Betriebsmittel für elektrische Bahnen bringen wird, sehen wir mit besonderem Interesse entgegen. Schimpff.

Zeitschriftenschau.

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

1. Ganze Kraftanlagen (Kraftwerke).

Combined Gas and Electricity Works at Ascot. (Electric. Lond., 25. Okt. 1907, S. 50; El. Eng., 25. Okt. 1907, S. 583.)* Das Kraftwerk der Ascot District Gas and Electricity Co. ist in unmittelbarer Verbindung mit dem schon früher bestehenden Gaswerk errichtet, es ist sogar in Räumen untergebracht, die früher der Gasfabrikation dienten. Im Kraftwerk sind jetzt zwei liegende Gasmaschinen aufgestellt, jede für eine Dauerleistung von 90 PS. Sie treiben über elastische Kuppelungen je eine Gleichstromdynamomaschine, welche bei 210 Umdr. und 460 Volt 110 Amp. abgeben kann. Die Gasmaschinen haben elektrische Zündung; das Anlassen erfolgt mit verdichteter Luft, welche von einem elektrisch betriebenen Kompressor geliefert wird. Als Reserve dient ein Petroleumanlasser mit Handpumpe. Außerhalb des Maschinenraumes ist der Gasgenerator aufgestellt. Seine Anordnung ist die bei Sauggasanlagen allgemein gebräuchliche. Zum Anblasen des Generators dient ein elektrisch betriebener Ventilator. Da nur ein Generator vorhanden ist, wurden die Gasmaschinen zur Reserve an die Leuchtgasanlage angeschlossen. Als Brennstoff dient Koks, welcher vom Gaswerk geliefert wird. Um das Durchgehen der Zusatzmaschine für den Fall, daß die Motorsicherungen durchbrennen, zu vermeiden, ist folgende Vorkehrung getroffen: Mit jeder Sicherung ist ein Schalter so verbunden, daß er offen ist, solange der Sicherungsstreifen unbeschädigt ist, und daß er geschlossen wird, wenn die Sicherung durchschmilzt. Dadureh wird ein Relais betätigt, welches seinerseits wieder auf den automatischen Schalter wirkt. Dieser springt heraus und schaltet die Batterie von der Zusatzmaschine auf die Sammelschienen um. Die Batterie besteht aus 240 Elementen und kann 10 St. lang mit 54 Amp. oder 3 St. lang mit 140 Amp. entladen werden. Die Anlage ist noch nicht lange genug im Betriebe, um genaue Verbrauchsziffern angeben zu können. Vorläufig wurde ein Brennstoffverbrauch von 0,6 kg für eine erzeugte Kilowattstunde gemessen. Ferner wurde festgestellt, daß

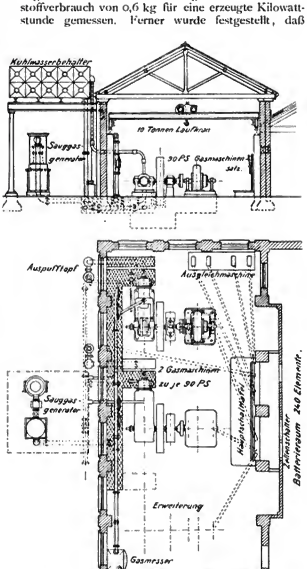


Fig. 14. Grundriß und Querschnitt des Kraftwerkes der Ascot District Gas and Electricity Co.

32,5 kg Koks den gleichen Heizwert wie 28 cbm Leuchtgas haben, wie es an die Konsumenten abgegeben wird. Die Tonne Koks wird mit M. 14 berechnet, 28 cbm Gas kosten M. 4,5. Der Preis der Kilowattstunde ist zu 58,5 Pf. für Licht und 33 Pf. für Kraft festgesetzt. Die Verbrauchsspannung beträgt 2×220 Volt. Den Grundriß und Querschnitt der Anlage zeigt Fig. 14.

[1]) Siehe E. B. & H. 1907, Heft 21, S. 416.

B. Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft.

2. Antrieb von Bergwerksmaschinerien.

Electrical Haulage in Mines. (El. Eng., 27. Sept. 1907, S. 437.) Zur Frage, ob die Dampfmaschine oder der Elektromotor als Antrieb für Schachtförderungen vorzuziehen sei, äußert sich C. Hertslet in einem Bericht an das englische Auswärtige Amt über die Kohlenbergwerke Belgiens: »Einige Minen haben die Elektrizität als einzige Antriebskraft für Schachtförderung, Wasserhaltung u. Ventilation angenommen. Die Erfolge, die man davon in bezug auf Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit erwartet hatte, sind auch erzielt worden. Die Möglichkeit, daß der Maschinist den Förderkorb nicht im richtigen Augenblick stillsetzt, hat schon oft Unglücksfälle verursacht. Manche Zechenbesitzer sehen sich deshalb veranlaßt, während der Schichtwechsel einen zweiten Maschinisten an die Maschine zu stellen. Aber die Ablenkung des Maschinisten für einen einzigen Augenblick oder ein plötzliches Unwohlsein kann unter ungünstigen Umständen ein schreckliches Unglück herbeiführen, und zwar noch ehe der zweite Mann die Maschine anhalten kann. Bei der Bedienung einer Dampfmaschine ist die Handhabung mehrerer Hebel notwendig; gerade darin liegt ein sehr großer Vorzug der elektrischen Maschine, daß ihre ganze Bedienung mit Hilfe nur eines Hebels geschieht. Dazu kommt noch die Sicherheit, daß die Maschine und mit ihr der Förderkorb selbsttätig stillgesetzt wird, wenn der Maschinist es versäumt.«

Maschinelle Kohlengewinnung in Tagebauen. Von Bergassessor a. D. C. Gruhl in Brühl. (Zeitschr. f. Gewinnung u. Verwertung d. Braunkohle, 6. Jahrgg., Nr. 30, 22. Okt. 1907.) Auf dem Gruhlwerk bei Brühl ist eine ganz neuartige, nach Angaben der Werksverwaltung von der Lübecker Maschinenbau-A.-G. erbaute Abbauvorrichtung in Betrieb. Zum Loslösen der Braunkohle wird eine Schrämkette verwandt und das von ihr losgelöste Material durch ein Becherwerk einem Schüttrichter und durch diesen den Förderwagen zugeführt. Angetrieben werden die einzelnen Teile der ganzen Vorrichtung durch Elektromotoren. Die gesamten Betriebskosten sind unter reichlicher Festsetzung der Beträge für Reparatur, Schmierung, Abschreibung usw. zu 7,6 Pf. für den Förderwagen gegen rd. 9,5 Pf. bei Gewinnung in nicht maschinellem Schippbetrieb festgestellt. Ein weiterer Vorteil liegt in der Sicherstellung der Kohlenzufuhr und der Unabhängigkeit von Witterungseinflüssen und Arbeitermangel.

5. Antrieb von landwirtschaftlichen Maschinen.

Elektrische Kraft- und Lichtanlagen in der Landwirtschaft mit Berücksichtigung der neuen Anlage auf Rittergut Libnitz auf Rügen. Von Dr. Lehmann-Richter. (E. T. Z., 24. Okt. 1907, S. 1027.)* Die Anlage auf Libnitz umfaßt eine von einem Sauggasmotor (30 PS, 170 Umdr./Min.) angetriebene Gleichstromdynamo (20 KW, 220 Volt). Beim Abnahmeversuch wurde ein Verbrauch von 0,562 kg engl. Anthrazit und 44 l Kühlwasser für 1 KWSt. bei Vollast gemessen. Zur Reserve dient eine Akkumulatorenbatterie (125 Zellen, Kapazität = 270 Amp.-St. bei dreistündiger Entladung). Elektrisch betrieben werden eine Wasserpumpe (12 cbm/St.), die Dresch- und Häckselschneidemaschinen und die Schroterei. Spannungsabfall in den Kraftleitungen bis 8%, in den Lichtleitungen bis 2,5%. — Elektrische Pflüge (Anlagekosten pro Pflug = M. 30000 bis 40000) sind nur bei nicht zu steinigem Boden, einem geringen Strompreis und einer häufigen Verwendung wirtschaftlich. Beim Tiefpflügen ist der Verbrauch rd. 40 bis 50 PS; Leistung in einem Tag 12 bis 16 Morgen, vorteilhafteste Pfluggeschwindigkeit 70 bis 80 m/Min. Bei 1000 Morgen jährlich zu pflügendem Land und M. 50000 Anlagekapital für den Pflug und die Leitung und einem Strompreis von 15 Pf./KWSt. sind die Pflugkosten pro Morgen M. 9,3. — Eine tierische PSSt. kostet im Mittel 43 Pf.

6. Antrieb von gewöhnlichen Hebezeugen aller Arten.

Les wagons-grues. Von L. Germain. (L'Éclair. électr., 21. Sept. 1907, S. 411—414.)* Beschreibung und Zeichnungen einiger in Amerika für Bahnbedarf gebräuchlicher, elektrisch angetriebener Kranwagen, die bei einem Gewicht von etwa 23 t eine Nutzlast von 4—5 t zu heben gestatten.

Neuere Wagenkipper. Von G. v. Hanfstängel. (Z. d. V. D. I., 28. Sept. 1907, S. 1525.)* 1. Kipper für Kohlenwagen bis zu 20 t Ladegewicht von Mehlis & Behrens. Ebenerdiger Kipper, dessen Schwerpunkt gehoben wird. Drehpunkt nahe der vorderen Wagenkante, auf A-förmige Böcke gelagert; Entlastung des Drehzapfens. Zum Heben der Bühne gelenkig angeschlossene Druckstangen aus Profileisen, deren Fußpunkte sich senkrecht bewegen. Kohlenschurre beweglich, damit die Wagen die Bühne über den Füllrumpf hinaus verlassen können. Selbsttätige Fangvorrichtung, die durch den Druck des Spurkranzes beim Auffahren in die Höhe geht. Verriegelung der Bühne gegen unzeitiges Kippen, verbunden mit Gleissicherung gegen Auffahren neuer Wagen. Hubmotor 18 PS, 600 Umdr./Min.; Hubgeschwindigkeit 48 mm pro Sek. Hubleistung 11,6 PS beim Anheben eines 20 t-Wagens; pro Hub 3,5 Min., Höchstleistung 10 Wagen pro St. 2. Kipper für 20 t-Wagen der Vereinigten Maschinenfabriken Augsburg und Nürnberg. Bühne durch zwei Knickhebel gehoben, deren Knickpunkt an der Bühne liegt, während die Stangenenden an zwei Schraubenmuttern angeschlossen sind, die sich entgegengesetzt bewegen. Vorderes Ende der Bühne auf Rollen gelagert. Motor mit dreigängigem Schneckengetriebe und Stirnradvorgelege. Für Heben und Senken 5 Min.; Leistung 6 Wagen pro St. — Bauart 2 billiger als 1. Bis 12000 Wagen pro Jahr ist die zweite Bauart vorteilhafter. 3. Aufzugskipper der Benrather Maschinenfabrik für 30000 kg Tragkraft. Die Wagen werden 10 m hoch gehoben, gekippt und in einen Hochbehälter entleert. Vereinigung von Fahr- und Kippbühne, Windenhaus auf die Spitze des Traggerüstes aufgesetzt. Zwei Motoren à 45 PS, deren Wellen zur Erreichung gleicher Drehzahl durch eine Reibkuppelung verbunden sind. Jeder Motor arbeitet mit Schnecken- und Stirnradvorgelege auf eine durchgehende Welle, von der aus vier Seiltrommeln angetrieben werden. Elektrische Haltebremsen auf den Motorwellen. Selbsttätige Ausrückvorrichtung, von einer Welle angetrieben, bei Erreichung des höchsten Hubes und des größten Kippwinkels. Wagen durch Spill auf die Bühne gezogen, gebremst durch zwei Schienen, die gegen die Spurkränze drücken. Selbsttätige Fangvorrichtung. Sobald die Bühne sich hebt, werden sämtliche festen Gleise und die der Bühne gesperrt und die Schachttüren schließen sich. Nach

10 m Hub wird ein Motor automatisch abgeschaltet, und nur das hintere Ende der Bühne kann gehoben werden, die nach 45° Drehung festgestellt wird. Unten angekommen, werden die Sperren selbsttätig aufgehoben und der Fanghaken gelöst. Pro Spiel 6,5 Min. Leistung 6—7 Wagen pro St.

C. Beschreibung ausgeführter oder geplanter Bahnanlagen sowie besonderer Systeme.

1. Vollbahnen.

Umbau der Wengernalpbahn. (E. u. M. Wien, 15. Sept. 1907, S. 718.) Die Anlage wird nach dem zwischen dem Verwaltungsrat der Bahngesellschaft und der E.-G. Alioth endgültig vereinbarten Entwurf ausgeführt. Die zum Betriebe nötige elektrische Arbeit wird in Form von Drehstrom von 7000 Volt und 40 Perioden in dem im Bau befindlichen Wasserkraftwerk Burglauen erzeugt und dem Umformerwerk Wengern zugeführt. Hier kommen drei Umformer, je bestehend aus einem Drehstrommotor für 7000 Volt und einer Gleichstromdynamo für 290 KW und 1500 Volt, und eine Akkumulatorenbatterie für 513 Amp. bei vierstündiger Entladung zur Aufstellung. Zum Ausgleich des beträchtlichen Spannungsabfalles in der Fahrleitung bei starkem Verkehr wird in Alpiglen eine fahrbare Strecken-Zusatzgruppe, bestehend aus einer von einem Drehstrommotor angetriebenen Gleichstromdynamo für 107 KW Leistung, errichtet. Die Lokomotiven werden mit je zwei Gleichstrommotoren von je 150 PS ausgerüstet.

Single Phase Electric Motive Power on the Rochester Division of the Erie Railroad. By W. N. Smith, (Street R. Journ., 12. Okt. 1907, S. 650.)* Umwandlung des Dampfbetriebes auf der Erie-Eisenbahn in Betrieb mit Wechselstrom zwischen Rochester und Mt. Morris. Bahnlänge 55 km, eingleisiger Betrieb, nur Personenverkehr. Zum ersten Male Verwendung von 11000 Volt Fahrdrahtspannung. Kraftübertragung vom Niagara mit 60000 Volt Drehstrom. Entfernung der Aufhängepunkte 67 m in der Geraden. Schienengewicht 40 kg pro m. Rückleitung durch die Schienen. Einführung der 60000 Volt in das Umformerwerk über Hörner-Blitzableiter mit drei Luftstrecken. Einzelheiten der Schaltung. Es ist Vorkehrung getroffen, den Strom sowohl auf 11000 wie auf 22000 Volt umzuwandeln, um bei weiterer Ausdehnung den Strom nach einem anderen Unterwerk übertragen zu können. Beschreibung und maßstäbliche Abbildung der infolge der hohen Spannung besonders sorgfältig gebauten Vielfachaufhängung. Wagenlänge 15,6 m über die Puffer, Abstand der Drehzapfen 8,9 m, Achsstand 2,0 m. Von sechs Wagen sind vier ausschließlich Personenwagen, zwei haben noch Gepäckabteilungen und ein kleines Rauchabteil mit sechs Sitzen. Einzelheiten der Bauart. Vier Westinghouse-Wechselstrommotoren Nr. 132 A von je 100 PS pro Wagen. Elektropneumatische Regelung, den Hochspannungs-, Niederspannungs- und Reglerstromkreis umfassend. Stromabnahme durch Pantographbügel. Weitere Einzelheiten über Wagenwerkstätten, Betrieb, Signalwesen, Telegraphen und Verwaltung.

Single-Phase Equipment of the Rochester Division of the Erie Railroad. (El. World, 12. Okt. 1907, S. 719.)* Die für Betrieb mit Wechselstrom ausgerüstete Strecke der Erie Railroad bei Roechester ist rd. 56 km lang, eingleisig, ohne bedeutende Steigungen und Kurven. Spannung am Fahrdraht 11000 Volt, 25 Perioden. Vorhanden sind sechs Motorwagen, die mit je vier kompensierten Wechsel-Reihenschlußmotoren der Westinghouse-Gesellschaft ausgerüstet sind. Jeder Wagen erhält einen Öl-Autotransformator für 200 KW. Die Spannung für die Motoren kann in acht Stufen von 110 auf 300 Volt gesteigert werden. Außerdem wird am Transformator noch ein Steuerstromkreis mit 15 Volt abgezweigt. Stromabnahme vom Fahrdraht durch einen Pantograph-Stromabnehmer, der wie auch der Hauptschalter durch Druckluft betätigt wird. Die Stromschützen zur Schaltung der Motoren haben Gleichstromerregung. Zur Erzeugung dieses Gleichstromes dient ein Motor-Generatorsatz von $^1/_{16}$ KW Leistung (selbstanlaufender Induktionsmotor für 110 Volt, gekuppelt mit Gleichstromgenerator für 25 Volt) und eine 10zellige Akkumulatorenbatterie; der Umformersatz ist leicht zugänglich unter einer Sitzbank im Wagen untergebracht. Der Fahrdraht aus Hartkupfer ist an einem Tragseil (sieben Stahldrähte, Durchmesser 11 mm) aufgehängt. Der kleinste Abstand zwischen Seil und Oberleitung beträgt 18 cm. Die Telegraphenleitung ist an den Hochspannungsmasten geführt; durch eine patentierte Schaltung ist eine Störung der Apparate vermieden. Der Strom zum Betrieb der Bahn wird von dem Niagara-Kraftwerk der Ontario Power Co. bezogen, Übertragung mittels 60000 Volt Drehstrom nach dem Unterwerk in Avon, 31 km südlich Rochester. Dort erfolgt mittels zweier Transformatoren zu je 750 KW (ein dritter ist zur Aushilfe vorhanden) die Umwandlung des Drehstromes in Zweiphasenstrom von 11000 Volt. Hierdurch ist eine Zweiteilung der Strecke in südlich (25 km) und nördlich (31 km) notwendig geworden.

New Single-Phase Lokomotive. (Electric. Lond., 25. Okt. 1907, S. 39.) Die Alioth Compagnie in Basel baut gegenwärtig eine elektrische Versuchslokomotive, welche Probefahrten auf der Paris-Lyon-Mediterranee-Bahn ausführen soll. Der einfache Wechselstrom von hoher Spannung, wie ihn die Fahrleitung führt, wird in der Lokomotive selbst in solchen von 600 Volt für direkten Betrieb der Motoren umgeformt, welche 1200 bis 1800 PS leisten können. Die erste Maschine soll auf der Lötschbergbahn zu ihrer Untersuchung fahren; bei zufriedenstellenden Leistungen sollen der Firma 20 weitere Lokomotiven gleicher Bauart in Auftrag gegeben werden. Diese sollen dem Schnellzugsverkehr auf der Mittelmeerbahn Marseille—Ventimiglia dienen, welche für elektrischen Betrieb umgebaut werden soll.

2. Stadt- und Vorortbahnen.

Electric Traction in Belmont Tunnel. (El. World, 5. Okt. 1907, S. 655.)* Als Oberleitung auf der Tunnelstrecke in New York der New York and Long Island Railway dient eine an Eisenträgern mittels Mika-Isolatoren verkehrt aufgehängte dritte Schiene. Die Wagen sind vollkommen aus Stahl und mit je zwei Kontaktbügeln für den Betrieb auf den Außenstrecken und je einem Gleitschuh auf dem Wagendach für den Betrieb auf der Tunnelstrecke ausgerüstet.

* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.

Herausgegeben von Professor Dr. Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN
CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:
Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat GOERMANN-Straßburg i. E.; Chefingenieur DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KOTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Baurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **14. Januar 1908.** **Heft 2.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen, bei 6-, 12-, 24- und 36-maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Die Schachtanlage Heinrich & Robert des Steinkohlenbergwerks „de Wendel" in Herringen bei Hamm in Westf. Von Bergwerksdirektor A. Hochstrate in Herringen bei Hamm. (Fortsetzung.) S. 25.

Periodenumformer. Von A. Heyland. (Schluß.) S. 29.

Kleine Nachrichten. S. 32. Beschreibung ausgeführter oder geplanter Bahnanlagen sowie besonderer Systeme: Die Baker Street and Waterloo-Untergrundbahn in London. — Bau der Strecken: Fahrbare Fellmaschine zur Bearbeitung von Schienen. — Wirtschaftliche Untersuchungen: Betriebsergebnisse der elektr. gleisfreien Bahn in Abroeller.

Aus den Geschäftsberichten S. 36. Geschäftsbericht der Remscheider Straßenbahngesellschaft für das Jahr 1906.

Neue Bücher. S. 37. — **Zeitschriftenschau.** S. 38.

Die Schachtanlage Heinrich & Robert des Steinkohlenbergwerks „de Wendel" in Herringen bei Hamm i. Westf.

Von Bergwerksdirektor **A. Hochstrate** in Herringen bei Hamm.

(Fortsetzung.)

Elektrisches Kraftwerk.

Allgemeines. Wenn wir uns nunmehr der maschinellen Ausrüstung der Anlage zuwenden, so nimmt naturgemäß das Zentralmaschinenhaus unser ganz besonderes Interesse in Anspruch.

Die bebaute Fläche beträgt 3089,4 qm, entsprechend einer lichten Weite von 23,5 m und einer nutzbaren Länge von 125 m. Die Höhe vom Kellerflur bis Maschinenhausflur beträgt 4 m und diejenige von Maschinenhausflur bis Dachbinderauflage 11,5 m. Die Umfassungswände des Gebäudes sind in Ziegelsteinmauerung mit kräftigen inneren und äußeren Strebepfeilern welche gleichzeitig zur Aufnahme der Fahrbahn für den das ganze Maschinenhaus bestreichenden elektrischen Montagekran dienen, ausgeführt. Neben der großen Anzahl von Fenstern zieht sich in der Dachfirst der ganzen Länge nach ein großes Oberlicht, in welchem sich eine größere Anzahl von Ventilationsklappen befinden, hin, so daß der ganze Raum eine außerordentlich reiche Lichtzuführung besitzt, wodurch die mächtige Raumwirkung sehr unterstützt wird.

In dieser ungeteilten einzigen Halle sind die im Grundriß Fig. 15 ersichtlichen und in nachstehenden einzeln zu besprechenden wichtigen Maschinen des Werkes untergebracht.

Die Aufgabe des großen elektrischen Kraftwerkes besteht in der Lieferung der für den gesamten Grubenbetrieb über und unter Tage benötigten elektrischen Arbeit. Daß bei dessen Errichtung von den beiden für Motorenbetrieb in Frage kommenden Stromsystemen, Drehstrom und Gleichstrom, das erstere für die große Zahl der unter und über Tage erforderlichen Arbeitsmaschinen sowie für die mit unveränderlicher Drehzahl über Tage laufenden Motoren bevorzugt wurde, bedarf bei der bekannten Überlegenheit des Drehstromsystems für derartige Betriebe keinerlei Begründung.

Eine wichtige Ausnahme mußte nur gemacht werden, sobald auch für die Hauptschachtfördermaschine elektrischer Antrieb gewählt wurde, da hierfür die Betriebseigenschaft eines Drehstrommotors diesen als nicht geeignet erscheinen lassen und nur der Gleichstrommotor unter gleichzeitiger Aufstellung geeigneter Mittel zur Herbeiführung gleichmäßiger Belastung des Kraftwerkes in Frage kommen kann.

Eingehende Berechnungen über Dampfverbrauch, erhöhte Leistungsfähigkeit, gesamte Anlagekosten usw. führten die Firma de Wendel dazu, auch hier dem elektrischen Antriebe den Vorzug zu geben und so die elektrische Arbeitsverteilung für den gesamten Grubenbetrieb fast vollkommen durchzuführen. Dem elektrischen Antrieb der Fördermaschinen wurde das System Ilgner-Siemens-Schuckert zugrunde gelegt und die erforderliche Umformeranlage mit Schwungrad in dem Kraftwerk untergebracht, was bei der geringen Entfernung des Doppelschachtes von dem Kraftwerk leicht möglich war.

Für das Drehstromnetz wurde eine Spannung von 3000 Volt gewählt, ein Wert, der sich für große Grubenbetriebe als besonders vorteilhaft erwiesen hat. Es kann diese Spannung für fast alle auf dem Werke über und unter Tage erforderlichen Motoren noch unmittelbar verwendet werden, nur für die ganz kleinen Motoren ist

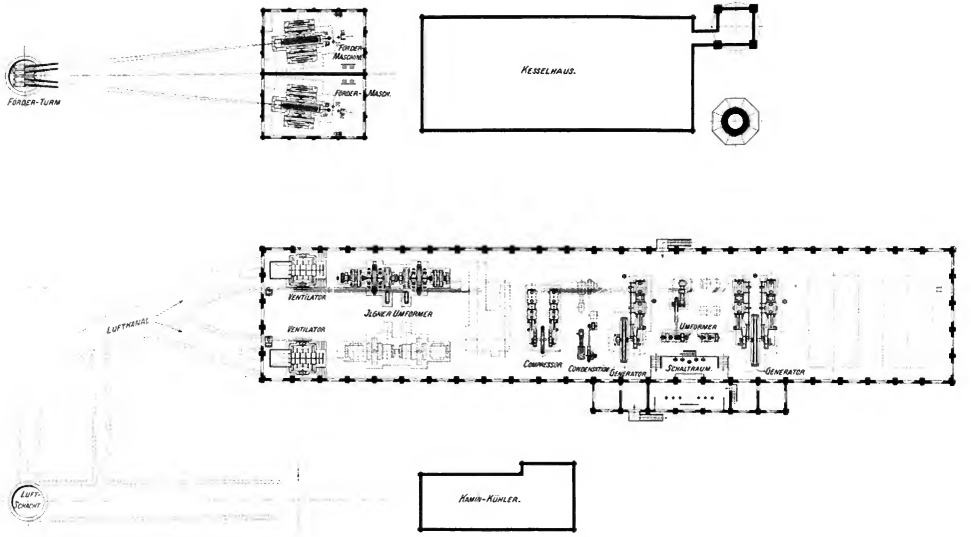


Fig. 15. Grundriß des Kraftwerkes und des Fördermaschinenhauses der Zeche »de Wendel«.

eine Herabtransformierung auf einen geringeren Wert, etwa 120, 220 oder 500 Volt, erforderlich.

Auch für nicht zu große Haspelmotoren läßt sich eine Spannung von 3000 Volt gegenwärtig ohne Beeinträchtigung der Betriebssicherheit unmittelbar benutzen. Für die Beleuchtung über Tage erschien die Erzeugung von Gleichstrom angebracht, insbesondere für die Bogenlampen. Da doch für die Förderanlage und die Drehstromgeneratoren ebenfalls ein erheblicher Betrag an Gleichstromleistung für Zwecke der Erregung sowieso nötig war, wurde beschlossen, dem Kraftwerk eine besondere Gleichstrom-Erzeugungsanlage einzufügen und hierfür besondere Stromerzeuger aufzustellen.

Die Ausführung der gesamten elektrischen Anlage wurde der A.-G. Siemens & Halske, jetzt Siemens-Schuckertwerke, Berlin und Nürnberg, übertragen.

Maschineller Teil des Kraftwerkes.

Stromerzeuger. Zum Antrieb der Stromgeneratoren wurden liegende Verbunddampfmaschinen der Hannoverschen Maschinenbau-A.-G. vorm. Egestorff in Linden vor Hannover gewählt. Dampfturbinen standen damals noch nicht auf der gegenwärtigen Höhe, weshalb ihnen trotz der großen in Frage kommenden Leistung der Stromerzeuger nicht der Vorzug gegeben werden konnte. Gaskraftmaschinen konnten aber überhaupt noch nicht in Frage kommen, da eine Kokereianlage naturgemäß noch nicht vorhanden war.

Nach einer möglichst genauen Bestimmung des Arbeits-Verbrauchs der einzelnen Motoren kam man dazu, eine Dampfmaschine von 1200 und eine zweite von 2400 PSe nebst den zugehörigen zwei Stromerzeugern zur Aufstellung

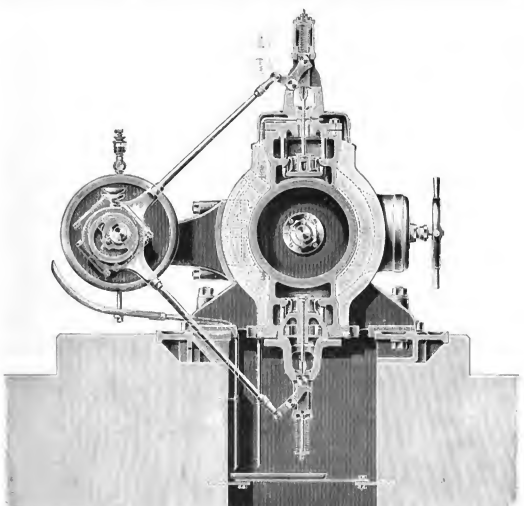


Fig. 16. Schnitt durch die Lentzsche Ventilsteuerung.

zu bringen. Diese Größenbestimmung hat sich als sehr vorteilhaft herausgestellt. Es ist gegenwärtig noch möglich, fast stets mit der 1200 PS-Maschine allein auszukommen und sie dabei voll zu belasten, also mit günstigstem Dampfverbrauch zu arbeiten. Wird später eine Steigerung der gesamten Motorenleistung erforderlich, so muß zeitweise die größere Maschine laufen.

Bis die Grube so weit ausgebaut ist, daß auch diese nicht mehr allein den gesamten Verbrauch bestreiten kann, dürften wohl noch einige Jahre vergehen, bis dahin aber wird man den Grubenbetrieb wahrscheinlich stets so einteilen können, daß eine der beiden Maschinen bei günstigster Belastung die Lieferung an elektrischer Arbeit allein bestreitet.

Die Maschinen sind als liegende Tandem-Verbunddampfmaschinen ausgeführt und mit den Drehstromgeneratoren direkt gekuppelt.

Fig. 17. 2400 PS-Maschinensatz, direkt gekuppelt mit Drehstromgenerator für 2240 KVA Leistung.

Die 2400 PS-Maschine ist als Zwillingstandemmaschine, die 1200 PS-Maschine als einfache Tandemmaschine ausgebildet, so daß, was die Zylinderabmessungen angeht, drei gleich große Zylindergruppen von je 1200 PS zur Aufstellung gelangt sind. Die Maschinen stimmen auch in den übrigen Abmessungen genau überein, so daß überall dieselben Reserveteile verwendbar sind. Die Maschinen sind an eine Zentralkondensation angeschlossen.

Die wichtigsten Daten der Maschinen sind folgende:

Hochdruckzylinderdurchmesser	700 mm
Niederdruckzylinderdurchmesser	1100 »
Hub	1300 »
Drehzahl	94 Min.
Betriebsdruck	$8^1/_2$ Atm.

Die Leistung der einfachen Tandemmaschine berechnet sich bei 9, $12^1/_2$ und $16^0/_0$ Füllung zu 1080, 1295 bzw. 1430 PSe, die der Zwillingstandemmaschine zu 2160, 2590 und 2860 PSe. Der Dampfverbrauch beträgt bei der geringsten Leistung mit trockenem, gesättigtem Dampf 6,3 kg pro PSi u. St.; wird mit überhitztem Dampf von 70—100° C Überhitzung gearbeitet, so beträgt der Dampfverbrauch 5,7 kg.

Jede Maschine hat sehr kräftige, auf ihrer ganzen Länge aufliegende Bajonettrahmen, die aus einem Stück gegossen sind. Die Kurbelwellen liegen in vierteiligen Lagern, deren beide Seitenteile nachstellbar sind. Auf der Mitte der Kurbelwelle sitzt bei beiden Maschinen der Läufer des Drehstromgenerators, welcher rund 54000 bzw. 29000 kg wiegt und für einen Ungleichförmigkeitsgrad von 1:250 berechnet ist. Bei der Zwillingstandemmaschine sind beide Kurbeln unter 90° zueinander versetzt. Die Leistung der Drehstromgeneratoren betragt 1050 bzw. 2240 KVA, die Spannung 3000 Volt und das Schwungmoment des Läufers 1205000 kg qm bzw. 823000 kg qm. Um eine möglichst gute Verteilung des Schmieröls in den Hauptlagern, wie an den Kurbelzapfen zu erreichen, sind diese Lager nicht nur in der üblichen Weise mit Schmiernuten versehen, sondern es sind auch Längsnuten von geringer Tiefe und Breite über die ganze Erstreckung des Zapfens selbst angeordnet, die stets eine gewisse Ölmenge mit herumführen. Die Hauptwellenlager werden durch kleine Kreiselpumpen geschmiert, denen das Öl aus den Lagern zufließt und die es wieder in die über den Lagern befindlichen Öltöpfe befördern, von wo es durch eine Filtereinigung in die Lager zurückgelangt.

An die Kreuzkopfführung schließen sich zunächst die Niederdruckzylinder, hinter denen die Hochdruckzylinder liegen. Die Maschinen sind mit der Lentzschen Ventilsteuerung versehen, welche wohl als die am besten zu regulierende und einfachste Steuerung der Gegenwart anzusehen ist. Sie zeichnet sich durch große Einfachheit, kleine bewegte Massen und eine sehr geringe Anzahl von Drehzapfen aus. In Fig. 16 wird sie dargestellt.

Die Spindeln der Aus- und Einlaßventile sind mit Rollen aus gehärtetem Stahl versehen, welche mittels Rollhebel und Exzenterstange vom Exzenter bewegt werden. Die Einlaßventile der Hochdruckzylinder haben veränderliche Öffnungen und werden durch den Lentzregulator der Maschinenleistung entsprechend eingestellt. Alle Auslaßventile und die Einlaßventile der Niederdruckzylinder haben gleichbleibende Öffnungen. Die Lentzsteuerung bietet folgende nicht zu unterschätzende Vorteile:

1. Die Ventile werden zwanglaufig bewegt, das Öffnen und Schließen derselben erfolgt mit großer Geschwindigkeit ohne Drosselung des Dampfes, das Aufsetzen der Ventile auf ihre Sitze erfolgt dagegen geräuschlos und ohne Stoß. Dadurch wird ein dauerndes Dichthalten der Ventile gewährleistet, da eine Abnutzung der dichten Ventilsitzflächen nicht eintritt.

2. Der Hub der Ventile ist nur so groß, als es für den Dampfdurchtritt erforderlich ist; jeder tote Hub wird vermieden.

3. Die Dichtung der Ventilspindeln nach Lentzschen System (gerillte Stangen ohne Packung mit hydraulischem Abschluß) erfordert kein Nachdichten und gibt die Gewähr für eine stets gute Beweglichkeit der Ventile, ein Hängenbleiben der Spindeln ist vollständig ausgeschlossen.

4. Da die Lentzventile in geschlossenem Zustande nur durch die Feder auf ihre Sitze gepreßt werden und die Lentzstopfbüchse keine Reibung verursacht, können sie sich im Fall von Wasseransammlungen in den Zylinderen heben und dienen so als Sicherheitsventile von großem Querschnitt. Die Lentzsteuerung bietet dementsprechend größte Sicherheit gegen Wasserschläge. Der Lentzregulator besteht aus einem schweren, lose auf der Steuerwelle sitzenden Schwungring, der durch eine gebogene Feder und zwei Pendel mit der Steuerwelle zusammenhängt. Bei Geschwindigkeitsänderungen der Maschine behält der Schwungring durch sein Beharrungsvermögen zunächst seine Umdrehungsgeschwindigkeit bei, und es tritt dadurch eine gegenseitige Veränderung der Lage zwischen Regulator und Steuerwelle ein. Dieselbe wird dazu benutzt, die Einlaßexzenter auf den Kulissensteinen zu verschieben und damit die Füllung der Maschine zu verändern. Zur Veränderung der Drehzahl während des Ganges der Maschine genügt es, wenn die Flachfeder etwas mehr oder weniger angespannt wird. Die dazu dienende einfache Vorrichtung kann sowohl von Hand als auch durch Elektromotor von $^1/_6$ PS betrieben werden

Das Parallelsehalten von Lentzmaschinen läßt sich leicht und sicher bewirken. Im Falle eines Federbruches stellt der Regulator die Füllung auf Null und bringt die Maschine zum Stillstand.

Die Lentzdichtung, mit welcher die Kolbenstangen versehen sind, wird aus gußeisernen Dichtungsringen hergestellt, die auf der abzudichtenden Stange aufgeschliffen sind. Zwischen je zwei Dichtungsringen befinden sich Hohlringe mit seitlichen Dichtungsflächen. Die Wirkung der Lentzdichtung beruht im Gegensatz zu der sonst üblichen auf der Expansion des Dampfes. Bei Überdruck im Zylinder strömt ein wenig Dampf durch die geringe Spalte der Ringe in die Stopfbüchse und verliert dabei

von Kammer zu Kammer an Druck. Während der Ausströmungszeit (also bei Unterdruck im Zylinder) strömt der Dampf dann wieder zurück. Aus der letzten Expansionskammer wird das Niederschlagwasser, durch ein Röhrchen sichtbar, ins Freie abgeführt, wodurch jederzeit eine Kontrolle über die Dichtung der Stopfbüchse gegeben ist. Die Stopfbüchse läßt der Kolbenstange freie Bewegung und arbeitet reibungsfrei, so daß sich die Stange nicht abnutzt. Ein Nachpacken der Stopfbüchsen ist nicht erforderlich. Die Stopfbüchse ist unempfindlich gegen Wärmeeinwirkung und eignet sich deshalb ganz besonders für hochüberhitzten Dampf.

Bei der Dichtung der Ventilspindeln ist, wie schon erwähnt, das gleiche Prinzip zur Anwendung gebracht, nur daß dort die Expansionskammern als Vertiefungen in die Spindeln selbst eingedreht sind.

Für die Schmierung der unter Druck stehenden Teile, wie Zylinder, Stopfbüchsen wird eine Lentzschmierpumpe benutzt. Diese arbeitet unter sichtbaren Tropfen und besitzt nur Druckventile. Sie ist mit einer Anzahl Differentialkolben ausgestattet, so daß eine beliebig große Zahl von Stellen in einfacher Weise unter Druck geschmiert werden können.

Jede Maschine ist mit einem elektrisch betriebenen Schaltwerk versehen, das durch einen Elektromotor von 7,5 PS bei 1100 Umdrehungen angetrieben wird. Das Drehmoment wird durch ein Schneckengetriebe auf ein in Pendelaufhängung angeordnetes Rädervorgelege übertragen, zum Einschalten dient ein Fußhebel. Beim Abheben des Fußes und beim Angehen der Maschine rückt sich die Vorrichtung selbsttätig aus und wird in ihrer rückwärtigen Lage festgehalten.

Die Zuführung des Frischdampfes erfolgt in dem sehr geräumig gehaltenen Maschinenkeller, und vor jeder Maschine ist ein sehr groß bemessener schmiedeeiserner Wasserabscheider angeordnet.

Den großen Drehstromgenerator zeigt Fig. 17.

Umformer.

Neben den beiden großen Dampfmaschinen ist für die Bauperiode sowie für die Anfangserregung und für Stunden des geringen Verbrauches, z. B. an dem Sonntagen, noch eine dritte kleine Dampfmaschine in Verbindung mit einem Motorgenerator aufgestellt. Die Maschine treibt letzteren mittels Riemen an, doch ist die Riemenscheibe nicht unmittelbar auf die Welle des Motorgenerators gesetzt, sondern mit ihr durch eine ausrückbare Dohmenn-Leblanc-Kupplung verbunden. Der Motorgenerator hat einen Drehstrom-Synchronmotor erhalten, so daß er, getrieben von der Dampfmaschine, sowohl Drehstrom, wie auch Gleichstrom erzeugen kann, als auch unter Anschluß an das Drehstromnetz als Gleichstromerzeuger zu arbeiten vermag.

Die Hauptdaten dieses Maschinensatzes sind folgende:

Normalleistung	90 PSe
Größte Dauerleistung	110
Drehzahl	140 Min.
Kolbenhub	500 mm
Kolbendurchmesser	300/460 „
Drehzahl des Motorgenerators . .	500 Min.
Gleichstromleistung	150 KW
Leistung der Drehstromdynamo als Motor	225 PSe
Leistung der Drehstromdynamo als Generator	150 KW.

Lieferantin der Maschine ist die Sundwiger Eisenhütte zu Sundwig i. W.

Die Maschine ist mit Achsenregulator und Kolbenschieber, Patent Dorfel, am Hochdruckzylinder und Flachschiebersteuerung am Niederdruckzylinder ausgerüstet. Der Dampfverbrauch beträgt bei trockenem, gesättigtem Dampf und 9 Atm. 7,4 kg pro PSi u. St. normal.

Außer diesem Motorgenerator ist noch ein zweiter aufgestellt, der jedoch einen Asynchronmotor besitzt und dessen Gleichstromleistung 150 KW beträgt; er arbeitet mit 730 Umdrehungen in der Minute.

Schaltanlage.

Beim Bau des Kraftwerkes ist der Schaltanlage sowohl hinsichtlich der Ausbildung des Schaltungsschemas, wie auch insbesondere hinsichtlich der konstruktiven Ausführung besondere Aufmerksamkeit zugewandt worden, denn bei großen Grubenbetrieben ist eine zweckmäßige, die Entwickelung der Grube genügend berücksichtigende Schaltanlage sowohl im Interesse der Sicherheit, als auch der bequemen Bedienung der Anlage unbedingt erforderlich.

Fig. 18 zeigt das Schaltungsschema des Kraftwerkes. Es sind zwei Hauptsammelschienensysteme vorgesehen, eins für Drehstrom von 3000 Volt und ein zweites für Gleichstrom von 220 Volt. Auf das erstere werden die Drehstromgeneratoren geschaltet, wobei für die Leistungsmessung in der üblichen Weise Wattmeter und Stromzeiger, für die Messung des Erregerstromes Stromzeiger und zum Abschalten und Sichern gegen Überlastungen selbsttätige Olausschalter vorgesehen sind. Letztere können durch Trennschalter von den Sammelschienen getrennt, also im Bedarfsfalle ohne Betriebsunterbrechung des Kraftwerkes nachgesehen werden.

Auch zur sicheren Bedienung der zwischen Schalter und Generatoren liegenden Instrumente hat sich die Einführung solcher Trennstücke zwischen Sammelschienen und Schalter neuerdings mehrfach als nötig erwiesen, da es infolge der Lage der Schienen bei höherer Spannung vorgekommen ist, daß auch bei geöffnetem Olausschalter die Instrumente gefahrbringende Spannungen aufwiesen. An die Hochspannungssammelschienen schließen sich die Abzweigungen an, die teils zu einzelnen Motoren oder entfernter liegenden Verteilungstafeln, teils zu einem Transformator führen, der in dem Kraftwerk selbst steht und für die in der Nähe arbeitenden kleinen Motoren eine Spannung von 500 Volt erzeugt. Jede Abzweigung ist wiederum mit einem selbsttätigen Olausschalter unter gleichzeitiger Einfügung eines Stromzeigers angeschlossen.

Neuerdings sind in die einzelnen Abzweigungen noch Wattstundenzähler eingebaut, um die den einzelnen Grubenbetrieben zugeführten Arbeitsmengen jederzeit feststellen zu können.

Die Gleichstromsammelschienen erhalten ihren Strom von den eben erwähnten durch Drehstrommotoren angetriebenen Gleichstromgeneratoren. Der erzeugte Gleichstrom dient in erster Linie zur Erregung der Drehstromgeneratoren sowie der großen Fördermotoren und der zugehörigen Steuerdynamos, außerdem aber auch zur Speisung sämtlicher Bogenlampen über Tage sowie des größten Teiles der Glühlampen.

Um störende Folgen eines plötzlichen Defektes an den Gleichstromgeneratoren, in erster Linie für die Förderanlagen, vorzubeugen, ist noch eine kleine Akkumulatorenbatterie von 220 Amp.St. Kapazität den Gleichstromgeneratoren als Augenblicksreserve parallel geschaltet, die dauernd an den Sammelschienen liegt.

Was den konstruktiven Ausbau der Schaltanlage angeht, so ist, wie schon angedeutet wurde, dabei nicht nur auf Übersichtlichkeit, sondern vor allen Dingen auf

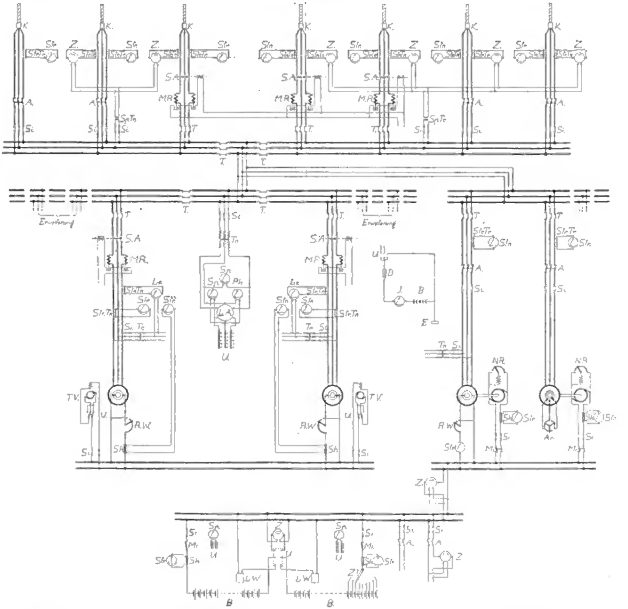
möglichst bequeme Bedienung und ausreichende Erweiterungsfähigkeit gesehen. Die Übersicht ist bei neuen, einigermaßen zweckmäßig gebauten Schaltanlagen zunächst von selbst gegeben, kann aber, wenn bei dem Aufbau auf Erweiterung nicht genügend Rücksicht genommen ist, bei Vergrößerung der Anlage rasch verloren gehen.

Bei der gewählten Anordnung dürfte dies kaum eintreten können. Um eine fast unbeschränkte Erweiterungsfähigkeit zu erzielen, ist die ganze Schaltanlage in drei Hauptteile zerlegt:

1. Schaltanlage der Drehstromgeneratoren,
2. Schalttafel der Gleichstromgeneratoren und Akkumulatorenbatterie,
3. Schaltanlage der Abzweigungen inkl. Isolationsprüfer.

Tritt eine Vergrößerung der Anlage ein, sei es hinsichtlich der Zahl der Drehstromgeneratoren, der Gleichstrom-Motorgeneratoren oder der Abzweigungen, so kann jeder Teil für sich bequem erweitert werden, ohne daß dabei ein Teil den anderen stören würde. Schwierigkeiten können sich auch dann nicht ergeben, wenn die Vergrößerung der Anlage über das beim Bau in den Bereich der Möglichkeit gezogene Maß hinausgeht. Hätte man eine derartige Unterteilung nicht vorgenommen, so wäre eine solche Bewegungsfreiheit nicht erreicht.

Daß die sämtlichen Hochspannung führenden Leitungen, Apparate usw. in einem besonderen abgeschlossenen Raum untergebracht sind, ist selbstverständlich, moderne Hochspannungsanlagen werden kaum noch ohne Trennung der Hochspannungs- und Niederspannungsteile ausgeführt.



A. = Ausschalter.
B = Batterie.
D. = Drosselspule.
E. = Erdplatte.
J. = Isolationsmesser.
K. = Kabelendverschluß.
Le. = Leistungszeiger.
L.W. = Ladewiderstand.
M.R. = Maximalrelais.
Mi. = Minimalausschalter.
N.R. = Nebenschlußregulator.
R.W. = Regulierwiderstand.
Si. = Sicherung.
Sh. = Shunt.
Sp. = Spannungszeiger.
Sp.Tr. = Spannungstransformator.
Str. = Stromzeiger.
Str.Tr. = Stromtransformator.
T.V. = Drehzahlverstellvorrichtung.
S.A. = Selbsttätiger Ausschalter.
Tr. = Transformator.
T. = Trennstücke.
U. = Umschalter.
Z. = Zähler.

Fig. 18. Schaltungsschema des Kraftwerkes.

Um die erwähnte Dreiteilung der Anlage durchführen zu können und zu gleicher Zeit vorzügliche übersichtliche und bequeme Wartung zu erhalten, brachte man die zu den Drehstromgeneratoren gehörenden Instrumente und Schaltergriffe sowie den Phasen- und Periodenvergleicher nicht an einer Schaltwand, sondern auf Schaltsäulen unter und setzte diese mit ihrer Rückseite gegen den Maschinenraum an den Rand eines Schaltpodiums gegenüber der Gleichstromschaltanlage. Der Schalttafelwärter muß sich somit bei Betrachtung der Drehstrommeßinstrumente dem Maschinenraum zuwenden, hat also zu gleicher Zeit die sämtlichen Maschinen vor sich. Ferner liegt die nur aus einigen Feldern bestehende Gleichstromschalttafel ebenfalls in seiner unmittelbaren Nähe, kann also zu gleicher Zeit leicht bedient werden. Die sämtlichen Abzweigschalter, soweit es sich um Hochspannungsabzweigungen handelt, die Griffe der Schaltergestänge, ferner die zugehörigen Meßinstrumente usw. sind dagegen in einem besonderen reichlich bemessenen Raum hinter der Gleichstromschalttafel untergebracht. Auf diese Weise sind alle diejenigen Teile, die der Wärter dauernd sehen und bedienen muß, nämlich die Apparate und Instrumente der Drehstrom- und Gleichstromgeneratoren, eng zusammen in einem kleinen gemeinsamen Bedienungsraum untergebracht, während die nur selten zu bedienenden Apparate und Instrumente der Abzweigungen getrennt, aber auf dem gleichen Schaltpodium, also leicht erreichbar, angeordnet sind. Die Fig. 19—21 zeigen die beschriebene Schaltanlage und geben ein gutes Bild von den Vorteilen der erwähnten Anordnungen.

Fig. 19 gibt das gesamte Bild des Schaltpodiums mit den Schaltsäulen und der Gleichstromschalttafel und zeigt außerdem den von der kleinen 90 PS-Dampf-

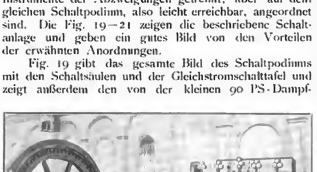


Fig. 19. Blick auf die Schalttafel und Motorgenerator.

Fig. 20. Schalttafel mit Schaltsäulen.

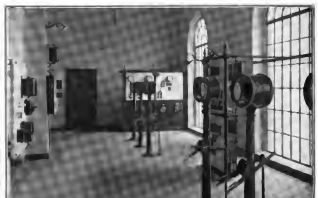


Fig. 21. Verteilungsraum hinter der Gleichstrom-Schalttafel.

maschine der Sundwiger Eisenhütte angetriebenen Motorgenerator mit ausrückbarer Kuppelung sowie den daneben liegenden Motorgenerator mit Asynchronmotor.

Fig. 20 zeigt die erwähnten Schaltsäulen und die Gleichstromschaltanlage in größerem Maßstabe. Es sind insgesamt vier Generatorschaltsäulen von vornherein zur Aufstellung gelangt, von denen jedoch vorläufig nur zwei mit Instrumenten besetzt sind. Zwischen den Generatorschaltsäulen steht die Schaltsäule mit den Instrumenten des Phasen- und Periodenvergleichers. Jede der Generatorschaltsäulen trägt außer dem Wattmeter, den beiden Stromzeigern für Drehstrom und Erregerstrom, dem Handgriff für den Hochspannungsölausschalter, der auf dem Hochspannungsgerüst im Keller sitzt, ferner die Handräder zur Bedienung des Magnetregulierwiderstandes und den kleinen Tippschalter zum Betätigen von kleinen Gleichstrommotoren. Letztere sind mit den Regulatoren der Dampfmaschinen verbunden, um die Geschwindigkeit der letzteren beim Parallelschalten von der Schaltanlage aus einstellen und die Belastung der Maschine während des Betriebes richtig einregulieren zu können.

An der frei stehenden Gleichstromschalttafel sind außer den erforderlichen Meßinstrumenten die mit Rücksicht auf die Akkumulatorenbatterie nötigen Minimalausschalter, die zugehörigen einpoligen Hebelausschalter und die Nebenschlußregulierwiderstände der Gleichstromgeneratoren untergebracht.

Fig. 21 zeigt den Verteilungsraum hinter der Gleichstromschalttafel. Dadurch, daß die Schaltergriffe und Instrumente zu den Hochspannungsabzweigungen nicht an den Schaltkasten, sondern ebenfalls an einfachen Schaltsäulen untergebracht sind, wobei zu je zwei Abzweigungen eine Schaltsäule gehört, ist dem Raum trotz der verhältnismäßig großen Gesamtzahl der Apparate und Instrumente jede Beengung genommen, und alle wichtigen Einzelheiten sind bequem zugänglich.

Die Apparate und Instrumente zu der Akkumulatorenbatterie, diejenigen für die Beleuchtungsabzweigungen sowie diejenigen für die 500 Volt-Drehstrommotoren sind je auf einer besonderen frei stehenden Schalttafel untergebracht. Die Schalttafel der letzteren Abzweigungen liegt rechts von den Hochspannungsschaltsäulen, ist daher auf der Figur nicht zu sehen.

Förderanlage.

Am bemerkenswertesten von allen Sekundärbetrieben der Grube dürfte die nach dem System Ilgner-Siemens-Schnekert ausgeführte Hauptschachtförderanlage sein.

Fig. 22. Ansicht der Hauptschacht-Fördermaschine.

Die hauptsächlichsten der Ausführung zugrunde gelegten Daten sind folgende:

Größte Schachtteufe	900 m
Größte verlangte Leistung pro Fördereinrichtung	175 t/St.
Nutzlast pro Zug b. d. Kohlenförderung	3600 kg
Anzahl der Wagen pro Hub . . .	8 Stck.
Größte Seilgeschwindigkeit bei Produktenförderung	18 m/Sek.
Eigengewicht eines Wagens . . .	410 kg
Eigengewicht eines Förderkorbes .	6000 »

Für die von vornherein in Frage kommenden großen Schachtteufen von 750—900 m würde eine Trommelmaschine zu große Abmessungen erhalten haben, so daß nur eine Koepenmaschine in Betracht kommen konnte. Das Förderseil wurde mit 58 mm Durchm. bei 11,5 kg Gewicht pro m gewählt. Es besitzt eine Gesamtbruchfestigkeit von rund 220000 kg und bei Materialförderung eine 8,75 fache Sicherheit. Der Durchmesser der Treibscheibe ist zu 6,4 m gewählt.

Wie Fig. 22 zeigt, erfolgt der Antrieb der Treibscheibe unmittelbar durch zwei Gleichstrommotoren, deren Wellen durch starre Flanschkuppelungen mit der Treibscheibenwelle verbunden sind. Der Steuerung dieser Motoren und damit der Regulierung der ganzen Maschine ist die Leonardschaltung zugrunde gelegt, die darauf beruht, daß der Fördermotor Strom von einer besonderen Gleichstrommaschine erhält, deren Spannung mit Hilfe eines in ihren Magnetstromkreis geschalteten Widerstandes zwischen Null und einem positiven oder negativen Höchstwert geändert wird. Das magnetische Feld der Fördermotoren ist unveränderlich und wird von der gleichen Stromquelle erregt, die auch den veränderlichen Strom für die Erregung der Steuerdynamos liefert. Die Drehzahl eines Gleichstrommotors, dessen Feldstärke sich nicht ändert, ist, von der geringen, durch die veränderliche Belastung gegebenen Ungenauigkeit abgesehen, von der an den Ankerklemmen herrschenden Spannung abhängig. Je nachdem also der Hebel, der den Regulierwiderstand im Magnetstromkreis der Steuerdynamo ein- und ausschaltet, mehr oder weniger ausgelegt oder zurückgeschoben wird, steigt oder sinkt die Geschwindigkeit, und zwar ist es einerlei, wie groß gerade die Belastung der Förderschale ist oder ob die beladene Förderschale gehoben oder gesenkt wird. In dieser weitgehenden Unabhängigkeit der Fördergeschwindigkeit von der jeweiligen Belastung ist es in der Hauptsache begründet, daß die Leonardschaltung in den letzten Jahren zum Betriebe von Förderanlagen eine so außerordentlich große Verbreitung gefunden hat. Vollkommene Manövrierfähigkeit und praktisch vollkommene Betriebssicherheit sind bei ihr in einer Weise erreicht, wie es bis jetzt bei Dampffördermaschinen noch nicht möglich war. Da jeder Stellung des Manövrierhebels mit genügender Genauigkeit eine ganz bestimmte Geschwindigkeit, unabhängig von der Belastung, entspricht, war der Bau jenes bekannten, von der Firma Siemens & Halske-A.-G., bzw. den Siemens-Schuckertwerken, G. m. b. H., ausgebildeten Sicherheitsapparates ermöglicht. Derselbe zwingt den Maschinisten, das berechnete und während der ersten Betriebswochen kontrollierte Geschwindigkeitsdiagramm sowohl während der Beschleunigung, als auch während des meistens noch wichtigeren Zeitraumes der Verzögerung genau einzuhalten. Da die jeweilige Belastung hierfür nicht berücksichtigt zu werden braucht, so ist eine derartig verwickelte und umständliche Bauart wie bei den neueren, Ähnliches erstrebenden Sicherheitsapparaten an Dampffördermaschinen nicht erforderlich, sondern es genügt, zwischen die Wandermuttern des Teufenzeigers und den Widerstandshebel des Steuerbockes ein einfaches, passend ausgebildetes Gestänge zu schalten. Letzteres gibt im Zeitraum der Beschleunigung nur langsam, entsprechend der berechneten Beschleunigungsdauer, den Widerstandshebel frei und schiebt ihn in der Auslaufperiode langsam bis in die Nullage zurück. Mit dem Teufenzeiger sind Kurvenstücke verbunden, die den Anfahr- und Auslauflinien des Fahrdiagramms entsprechen und es einerseits verhindern, daß der Widerstandshebel zu schnell ausgelegt und damit die Geschwindigkeit zu rasch auf den vollen Betrag gesteigert wird, und ihn anderseits zum Zwecke der Verzögerung langsam zurückschieben. Die Verwendung dieser Kurvenscheibe, die den Siemens-Schuckertwerken patentrechtlich geschützt ist, hat den großen Vorteil, daß erst nach der Inbetriebnahme, also nachdem die erforderliche, gerade noch zulässige Beschleunigung und ebenso die richtige Verzögerung durch Versuche genau festgestellt sind, die endgiltigen Kurvenstücke angebracht werden, während für die erste Inbetriebnahme aus Hartholz geschnittene Stücke verwandt und während des Probebetriebes leicht zurechtgearbeitet werden können.

Die Förderanlage der Zeche de Wendel ist eine der ersten nach dem beschriebenen System ausgebildeten Hauptschachtfördermaschinen gewesen, bei denen die Vorteile dieses Sicherheitsapparates erprobt sind und die die Bergbehörde veranlaßt haben, eine Seilfahrtsgeschwindigkeit von 10 m pro Sek. zuzugestehen.

Die Herren Mitglieder der Seilfahrtskommission, welcher eine Anzahl Räte des Kgl. Oberbergamtes angehören, haben sich durch persönliches Ein- und Ausfahren mit 18 m Geschwindigkeit davon überzeugt, daß bei guten Schächten und den beschriebenen Sicherheitseinrichtungen selbst eine solche Geschwindigkeit unbedenklich erscheint. Aus prinzipiellen Gründen wollte man indes über die in den vom Kgl. Oberbergamt Dortmund formulierten Grundsätzen betr. Genehmigung für das Seilfahren, festgesetzte Höchstgeschwindigkeit von 10 m nicht hinausgehen, zumal dafür in der ersten Zeit des noch wenig entwickelten Grubenbetriebes ein Bedürfnis nicht vorhanden war. Gerade für die Seilfahrt hat die weitgehende Unabhängigkeit der Geschwindigkeit von der jeweiligen Belastung eine besonders große Bedeutung, da ja hierbei die Belastung stets in sehr weiten Grenzen sich ändert. Beim Schichtwechsel fahren entweder nur Leute aus, oder es werden gleichzeitig Leute eingehangt und herausgefahren, oder aber es fahren nur

Leute ein. Die Belastung des Fördermotors hat also entweder einen hohen positiven oder einen gleich hohen negativen Wert oder wird durch die mechanische Reibung gegeben, wobei sie also praktisch sehr gering ist. Sicherheitsapparate, die bei diesem Wechsel der Belastung stets den Beschleunigungs- und Verzögerungswegrichtig einstellen, lassen sich daher wohl kaum mit genügender Sicherheit bauen, wenn nicht die fast vollkommene Unabhängigkeit der Geschwindigkeit von der Belastung und ihre alleinige Abhängigkeit von der Stellung des Manövrierhebels die Grundlage zum Bauen der Apparate geben, wie dies bei der Leonardschaltung der Fall ist. Bei Dampfördermaschinen sind diese Bedingungen nicht erfüllt, und man ist daher bis jetzt erst in vereinzelten Fällen über eine Seilfahrtsgeschwindigkeit von 6 m hinausgegangen. Bei tiefen Schächten bedeutet diese Verringerung der Seilfahrtsgeschwindigkeit eine nicht unerhebliche Verlängerung des Schichtwechsels und gleichzeitig eine Verkürzung der reinen Förderzeit.

An weiteren bei der de Wendelschen Förderanlage verwendeten Sicherheitsvorrichtungen sind noch folgende zu erwähnen:

Wird die Förderschale über die Hängebank hinausgehoben, so wird durch das von den Wandermuttern des Teufenzeigers betätigte Gestänge das schwere Bremsgewicht der Sicherheitsbremse ausgelöst. Mit Niedersenken schaltet das Gewicht einen in den Stromkreis der Erregerwickelung der Steuerdynamo geschalteten Notausschalter aus und macht auf diese Weise den Fördermotor spannungslos. Da durch den Sicherheitsapparat vorher die Fördergeschwindigkeit fast bis auf Null vermindert ist, so ist die Bewegungsarbeit der bewegten Massen schon auf ein sehr geringes Maß herabgesetzt und die Bremsen müssen die Fördermaschine fast augenblicklich zum Stillstand bringen.

Die Unabhängigkeit der Geschwindigkeit von der jeweiligen Belastung und ihre Abhängigkeit allein von der Stellung des Manövrierhebels gibt weiter ein sehr einfaches Mittel an die Hand, von der Hängebank aus bei Seilfahrtszügen die Geschwindigkeit dem von der Bergbehörde zugelassenen Betrage entsprechend zu begrenzen. Dies geschieht nach einem Patent der Siemens-Schuckertwerke einfach dadurch, daß ein kleiner, im Steuerbock liegender Sperrmagnet von der Hängebank aus eingeschaltet wird, wodurch in vorliegendem Falle der Weg des Steuerhebels so begrenzt wird, daß nur eine größte Seilgeschwindigkeit von etwa 10 m pro Sekunde der erteilten Konzession entsprechend eingestellt werden kann. Bei Dampffördermaschinen ist eine derartige Begrenzung der Geschwindigkeit von der Hängebank aus unmöglich. Der jeweiligen Seilfahrtsgeschwindigkeit entspricht hier überhaupt keine bestimmte Stellung des Manövrierhebels, sondern der Maschinist muß ohne bestimmte Regel unter Beobachtung des Geschwindigkeitsanzeigers entweder durch Geben von Frischdampf oder durch Einstellen von Gegendampf, also unter unregelmäßigem Hin- und Herbewegen des Manövrierhebels, die verlangte Geschwindigkeit einstellen. Dies erfordert natürlich Übung und Geschicklichkeit, während bei der elektrischen Fördermaschine auch nicht annähernd so hohe Anforderungen an die Gewandtheit des Maschinisten gestellt zu werden brauchen.

Es sei hinsichtlich der Sicherheitsvorrichtungen noch erwähnt, daß ein Maximalausschalter im Ankerstromkreis der Fördermotoren nicht vorgesehen ist. Die Siemens-Schuckertwerke bringen derartige Maximalausschalter bei den von ihnen ausgeführten Fördermaschinen nicht an, höchstens machen sie eine Ausnahme bei Trommelmaschinen und auch nur dann, wenn sie besonders gewünscht wird; denn die Überlastungsfähigkeit der Gleichstromfördermotoren ist eine sehr hohe, und daß durch zu große Belastungen die Fördermaschine gefährdet wird, ist nicht gut zu denken; dagegen ist eine Gefahr darin zu erblicken, daß bei unzulässig hoher Belastung oder auch infolge einer Störung am Maximalausschalter plötzlich der Ankerstrom unterbrochen wird. Es kann dann vorkommen, daß die Geschwindigkeit ihren Höchstwert besitzt, und wenn hierbei die Sicherheitsbremse einfällt, ist das Eintreten einer ernsten Störung sehr leicht möglich.

Außerdem muß, wenn ein bestimmtes größtes Drehmoment bei Treibscheiben überschritten wird, das Seil gleiten und hierdurch eine Störung schon von vornherein verhütet werden. Eine gewisse Berechtigung hat daher der Maximalausschalter im Ankerstromkreis hochstens bei Trommelmaschinen, wo dieses Seilgleiten nicht eintreten kann; aber auch da wird wegen der großen Überlastungsfähigkeit der Fördermotoren der Maximalausschalter auf eine sehr große Ausschaltestromstärke eingestellt werden, ist also von geringer Bedeutung.

Zu der elektrischen Ausrüstung der beschriebenen Förderanlage gehört weiterhin noch eine Instrumentensäule mit einem Stromzeiger und einem Spannungszeiger, von denen der erstere die Ankerstromstärke der Fördermotoren, der letztere die Erregerspannung anzeigt. Bevor der Spannungszeiger nicht die richtige Spannung angibt, darf mit dem Zuge nicht begonnen werden. Für die Erzeugung der zum Betriebe der Bremse nötigen Druckluft ist ein elektrisch angetriebener Kompressor mit selbsttätiger An- und Abstellung aufgestellt, für gewöhnlich wird jedoch die Bremsluft aus der Druckluftleitung der Grube entnommen. Die jeweilige Geschwindigkeit wird durch einen Karlikschen Tachographen angezeigt, der in bekannter Weise auch die jeweilige Fördergeschwindigkeit registriert. (Fortsetzung folgt.)

Periodenumformer.

Von **A. Heyland.** (Schluß.)

Man erhält auf graphischem Wege für die Beziehung zwischen Drehzahl der Hauptmotoren, ihrer Zugkraft und dem Primärstromverbrauch bei entsprechender Einstellung dann Anlaufskurven, die in Fig. 23 dargestellt sind. Die Anlaufskurven gelten für zwei größere 12 polige Hauptmotoren und einen Primärstrom von 25 Perioden pro Sek., also volle Drehzahl pro Min. annähernd = 250. Der Primärstrom J bleibt bis zur vollen Drehzahl annähernd konstant und fällt dann etwas ab. Z ist die Zugkraft beider Motoren zusammengerechnet, sie fällt mit zunehmender Geschwindigkeit ziemlich gleichmäßig ab. Ihr Anfangswert ist ungefähr der 3,5 fache desjenigen bei voller Geschwindigkeit. Interessant ist, daß die beiden Motoren ohne Umschaltung bis zu der vollen Drehzahl hinaufkommen, welche dem Primärmotor allein in Einzelschaltung entsprechen würde, d. h. annähernd bis 250 Umdrehungen. Bei voller Drehzahl wird dann die Zugkraft des Sekundärmotors gleich Null, steigt mit zunehmender Belastung und abnehmender Drehzahl erst langsamer, dann schneller, und zum Schluß wieder langsamer, und erreicht ihren Höchstwert beim Stillstand der Betriebsmotoren, während die Zugkraft des Primärmotors allein mit abnehmender Drehzahl erst schneller und dann langsamer ansteigt. Die einzelnen Zugkräfte des Primär- und Sekundärmotors sind in den Kurven mit Z' und Z'' bezeichnet. Bei höheren Geschwindigkeiten ist die Zugkraft des Sekundärmotors kleiner, bei niederer Geschwindigkeit größer als die des Primärmotors, sie steigt bei

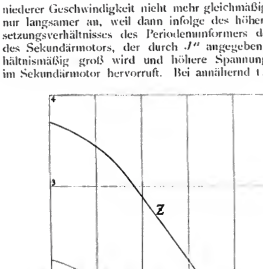


Fig. 23. Anlaufkurven der Betriebsmotoren ohne Nachregulierung.

würde die Geschwindigkeit der einfachen Kaskadenschaltung der Betriebsmotoren entsprechen. Man könnte hier also den Periodenumformer ausschalten. Dieses empfiehlt sich jedoch nicht, denn die Verhältnisse würden hierdurch nicht verbessert, sondern eher verschlechtert werden. Man würde dann die bekannte große Phasenverschiebung der gewöhnlichen Kaskadenschaltung zwischen Strom und Spannung erhalten, und die Zugkraft der Motoren würde jedenfalls abnehmen. Außerdem ist der Wirkungsgrad der gesamten Gruppe hier bereits 80% so daß an Wirkungsgrad nicht viel gewonnen würde. Die Verhältnisse sind so gewählt, daß der Motor C' überkompensiert ist, und zwar um so viel, daß er die Phasenverschiebung im Primärstromkreise beim Anlauf gerade kompensiert. Infolgedessen ist beim Anlaufe der $\cos\varphi = 1$ und fällt dann allmählich auf 0,8 bei voller Geschwindigkeit ab. Die Überkompensierung des Motors C' wird dadurch erreicht, daß man die Rotorwindungszahl entsprechend größer wählt als die Statorwindungen. Praktisch genügt es, diese Verhältnisse annähernd vorher festzulegen. Würde er z. B. stärker überkompensiert sein, so würde dieses nur zur Folge haben, daß auch der Primärmotor überkompensiert würde und die Zugkraft noch größer ausfiele. Der $\cos\varphi$ würde dann beim Anlauf negativ, bei irgendeiner mittleren Geschwindigkeit 1 und fiele schließlich bei höherer Geschwindigkeit wieder langsamer ab. Die Regulierung auf konstanten Stromverbrauch geschieht durch entsprechende Dimensionierung und Wahl des Verhältnisses zwischen Feld und Amperewindungen der beiden Hilfsmotoren. Auch hier genügt praktisch eine annähernde Vorausberechnung, da eine geringere Abweichung nach oben oder unten nur zur Folge haben würde, daß der Stromverbrauch weniger konstant bliebe und mehr oder weniger zu- oder abnähme. Interessant ist schließlich auch die Wirkungsgradkurve. Der Wirkungsgrad ist bei ein Viertel der Drehzahl bereits 50% bei der halben 80% und bei der vollen Drehzahl 88%.

Die elektrische Selbstregulierung der Gruppe, und die Eigenschaft dieselbe auf konstanten, oder annähernd konstanten, Stromverbrauch einstellen zu können, würde in Betrieben verschiedener Art von Vorteil sein, sowohl dort, wo eine selbsttätige Anpassung der Geschwindigkeit an die jeweilige Belastung erwünscht ist, als auch in Anlagen wo z. B. Belastungsausgleiche und konstantbleibende Belastung des Netzes erwünscht sind, wie in Förderanlagen u. dgl. Denn gleichgültig ob in derartigen Fällen Schwungmassen in der oben angegebenen Form benutzt werden oder nicht, die Drehzahl der Betriebsmotoren wird sich selbsttätig dem konstanten Stromverbrauche anpassen, und besondere Schwungmassen werden nur den Einfluß haben, ein schnelleres Anlaufen und schnelleres Bremsen zu bewirken. Für den Fall, daß exakte Belastungsausgleiche gefordert sind, kann dieses durch mechanisch wirkende Hilfsvorrichtungen geschehen, dieselben werden dann aber kleiner als bei Gleichstromschwungradumformern, und die Anlage und Regulierung würde einfacher und wirtschaftlicher.

Für Förderanlagen bietet die Anordnung gegenüber den Umformeranlagen nach dem Ilgner-System noch einen anderen Vorteil. Sie bleibt betriebsfähig, auch wenn man den Schwungradmotor abstellt. Da nämlich der eine der beiden Hauptmotoren direkt am Netz liegt, so kann dieser Motor auch, wenn es wünschenswert sein sollte, den Schwungradmotor aus irgend einem Grunde abzustellen, im verminderten Betriebe allein arbeiten, und erhält dann, wie beim direkten Antrieb, einen Anlaßwiderstand im Sekundärstromkreise, jedoch geringerer Größe. Dieser Fall tritt z. B. ein während der langeren Betriebspausen, der Nachtzeit, wo die Förderanlage zwecks Kontrollarbeiten mit verringerter Leistung arbeiten muß. Bei den üblichen Schwungrad-Umformeranlagen nach dem Ilgner-System ist es in diesen Fällen höchst unangenehm, den Schwungradmotor hierbei dauernd im Betrieb behalten zu müssen. Bei dem vorliegenden System hingegen ist dieses nicht der Fall. Das System vereinigt deshalb gewissermaßen die Vorteile des indirekten und direkten Antriebes.

Die Benutzung des Periodenumformers bei Kaskadenschaltung der Hauptmotoren durch Einschaltung zwischen beide Hauptmotoren, bietet außerdem noch verschiedene andere Vorteile. Der Primärmotor kann als Hochspannungsmotor ausgeführt und die Schaltung in Hochspannungsanlagen benutzt werden, während die Hilfsmotoren nur im Niederspannungsstromkreise liegen. Wie oben angegeben war, kann der Hilfsmotor gleichzeitig benutzt werden zur Phasenkompensierung oder Überkompensierung des Primärstromkreises. Die Wirkung besteht dann darin, daß das Feld des Primärmotors, anstatt vom Primärstromkreise, vom Periodenumformer aus im Rotor des Primärmotors erzeugt wird. Infolgedessen kann die Schaltung auch in Einphasenstromanlagen, und zwar in Hochspannungs-Einphasenstromanlagen, benutzt werden und erzeugt hier genau dieselbe Anlaßwirkung. In der Fig. 13 ist z. B. die Zuführung des Hauptstromes mit einfachem Wechselstrom angenommen.

Aus diesem Grunde dürfte die Schaltung vielleicht auch für Bahnen geeignet sein, speziell für den schweren Bahnbetrieb, worauf ich kürzlich auf der diesjährigen Tagung des Verbandstages in Hamburg[1]), bei Erläuterung eines ähnlichen, zunächst aber etwas weniger vollkommenen Prinzipes der erweiterten Kaskadenschaltung, hingewiesen habe. Die Schaltungen gestatten, als Betriebsmotoren einfache Wechselstrominduktionsmotoren ohne Kommutator zu benutzen, und hierbei Betriebsbedingungen zu erfüllen, welche den mit den Wechselstrombahnkommutatormotoren erzielten Ergebnissen in elektrischer wie wirtschaftlicher Hinsicht bei weitem überlegen sind.

Von den Betriebsmotoren braucht prinzipiell nur der Primärmotor einen gewickelten Rotor mit Schleifringen zu tragen, während der Sekundärmotor ein einfacher Kurzschlußmotor sein kann, ohne Schleifringe. Ev. würde man die beiden Motoren zu einem Doppelmotor vereinigen. Sie können aber auch als unabhängige Motoren verschiedene Triebachsen antreiben, da, wie die Kurven Fig. 23 zeigen, die maximalen Drehmomente beider Motoren nicht sehr verschieden sind und deshalb das Adhäsionsgewicht bei jeder Geschwindigkeit gut ausgenutzt ist. Sollen in diesem Falle, wie im Bahnbetriebe wohl überhaupt erzielt ist, die verschiedenen Betriebsmotoren vollkommen unabhängig und nur durchaus gleiche Motoren sein, so daß bei Beschädigung die Motoren ev. untereinander ausgetauscht werden können, so kann man auch die Sekundärmotoren genau so ausführen wie die Primärmotoren, mit Hochspannungswicklung auf dem Stator. Soll ein derartiger Motor dann als Sekundärmotor benutzt werden, so wird man die Statorwicklung als Kurzschlußanker benutzen, indem man sie einfach in sich kurzschließt und den Rotor als Primäranker benutzt, d. h. den Sekundärmotor mit seinen Schleifringen anschließt. In dieser Anordnung erhält man nur durchaus gleichartige Betriebsmotoren. Man wird dann den Stator z. B. zweiphasig wickeln, wobei die zweite Phase für Niederspannung gewickelt sein kann, oder auch für Hochspannung und in diesem Falle eine weitere Reserve bei Beschädigung der Hochspannungswicklung eines der Hauptmotoren bieten würde.

Interessant und von praktischem Werte ist in diesem Fall bei Einzelantrieb der verschiedenen Triebachsen, daß die Kurven zeigen, daß die maximale Anzugskraft des Primär- und Sekundärmotors nicht so sehr verschieden ausfällt. Eine flüchtige theoretische Überlegung würde im Gegenteil eher zu dem Schlusse geführt haben, daß im Momente des Anlaufes die Zugkraft des Sekundärmotors, infolge des höheren Übersetzungsverhältnisses des Sekundärstromes, ein Mehrfaches desjenigen des Primärmotors betragen müsse. In diesem Falle wäre es erforderlich gewesen, um das volle Adhäsionsgewicht an beiden Triebachsen auszunutzen, und ein Gleiten der Triebräder des Sekundärmotors zu vermeiden, die Achsen miteinander zu kuppeln; und dieses wäre natürlich nicht erwünscht. In der Tat liegen die Verhältnisse jedoch nicht so, und die maximalen Zugkräfte beider Motoren werden auch im Anlaufe wenig verschieden. Dieses rührt daher, daß bei hohem Übersetzungsverhältnisse, also niederer sekundärer Periodenzahl, auch die Sekundärspannung, d. h. die Spannung an den Klemmen des Sekundärmotors, klein wird, während der Sekundärstrom groß wird, und infolgedessen auf der Sekundärseite des Periodenumformers und im Sekundärmotor der prozentuale Ohnsche Spannungsabfall im Verhältnis zur Klemmenspannung des Sekundärmotors groß wird. Die Zugkraft des Sekundärmotors bleibt deshalb in ganz normalen Grenzen und entspricht annähernd der maximalen Zugkraft des Primärmotors. Anderseits kann man, um auf jeden Fall einer größeren Überlastung des Sekundärmotors vorzubeugen, in seinen Sekundäranker einen Zusatzwiderstand legen. Hierzu genügt dann aber ein praktisch sehr kleiner Zusatzwiderstand, ungefähr von der Größenordnung des inneren Widerstandes der Wicklung des Motors selbst. Auf den Wirkungsgrad würde ein derartiger Zusatzwiderstand nur wenig Einfluß haben, weil er nur die Schlüpfungsverluste, und zwar nur die des Sekundärmotors, etwas vergrößern würde, und dieses auch nur bei niederen Geschwindigkeiten, etwa bis zur Hälfte der vollen Drehzahl der Motoren. Ein derartiger Zusatzwiderstand würde vor allem den Vorteil bieten, daß der Sekundärstrom beim Anlauf reduziert würde und hiermit die Belastung des Periodenumformers.

Dieses ist in der nachstehenden Tabelle erläutert, in der einige für einen gegebenen Fall berechneten Verhältnisse zusammengestellt sind. Die Werte gelten bei gegebenem Primärstrome J, einmal $= 0{,}5$, dann $= 1$ und schließlich $= 1{,}5$, und zeigen die Größe der Zugkräfte und des Sekundärstromes in Abhängigkeit von einem Zusatzwiderstande R, für den in seinen Verhältnisse zum inneren Widerstande W der Sekundärwicklung des Sekundärmotors verschiedene Werte R/W eingesetzt sind. Als Motoren sind normale Motoren angenommen, die im normalen Einzelbetriebe, bei normalem Strome $J = 1$, einen inneren Spannungsverlust von $2\,\%$ pro Stator- bzw. Rotorwicklung haben, d. h. deren normale Schlüpfung $2\,\%$ ist. Die Bezeichnungen in der Tabelle sind dieselben wie in den obigen Kurven Fig. 23, und wir erhalten die folgenden Werte:

J	$\frac{R}{W}$	J'	Z'	Z''	$Z = Z' + Z''$
		Primärstrom $J = 0{,}5$			
0,5	0	2,9	0,75	0,96	1,7
0,5	1	2,5	0,75	1,25	2,0
0,5	2	2,2	0,75	1,33	2,1
0,5	4	2,0	0,75	1,37	2,1
0,5	4	1,9	0,75	1,34	2,1
0,5	8	1,5	0,75	1,23	2,0
		Primärstrom $J = 1$			
1	0	4,1	1,5	1,40	2,9
1	1	3,5	1,5	1,77	3,3
1	2	3,2	1,5	1,9	3,4
1	3	2,9	1,5	1,93	3,4
1	4	2,7	1,5	1,91	3,4
1	8	2,1	1,5	1,74	3,25
		Primärstrom $J = 1{,}5$			
1,5	0	5,0	2,25	1,67	3,9
1,5	1	4,4	2,25	2,21	4,5
1,5	2	3,9	2,25	2,32	4,6
1,5	3	3,5	2,25	2,30	4,6
1,5	4	3,3	2,25	2,33	4,6
1,5	8	2,6	2,25	2,14	4,4

Diese Tabelle zeigt, daß eine mäßige Vergrößerung des Widerstandes der Kurzschlußwicklung des Sekundärmotors eine wesentliche Verminderung des Sekundärstromes hervorruft, und aus diesem Grunde wird es sich empfehlen, einen entsprechenden kleineren Zusatzwiderstand in die Kurzschlußwicklung des Sekundärmotors einzuschalten. Dahingegen zeigt die Tabelle, daß der Unterschied zwischen der Anzugskraft des Primär- und Sekundärmotors kein so sehr großer ist, speziell bei größerer Belastung, daß ferner die Änderung des Sekundärwiderstandes keine größere Wirkung auf die Zugkraft ausübt. Die Verhältnisse liegen am günstigsten bei $R/W = 2 - 4$,

[1]) Siehe E. T. Z. vom 12. und 19. September; Wellner, Zeitschr. d. V. D. Ing. vom 7. September 1907; Kübler, E. K. u. B. vom 24. September 1907.

d. h. man wird in diesem Falle der Rotorwicklung des Sekundärmotors einen Widerstand geben, der dem 2 bis 3 fachen des normalen inneren Widerstandes der Kurzschlußwicklung entsprechen möge.

Für Bahnbetriebe würde der Vorteil der oben beschriebenen Selbstregulierung in erster Linie in der Einfachheit der technischen Ausführung und Schaltung bestehen, und der Möglichkeit, daß alle Regulierschaltungen in Fortfall kommen könnten. Durch die Anpassung der Geschwindigkeit und die selbsttätige Regulierung auf konstante Arbeitsaufnahme dürfte das System sowohl für Einzellokomotivbetrieb, als auch für Mehrfachantrieb geeignet sein.

Die selbsttätige Anpassung der Geschwindigkeit, d. h. die Reihenschlußmotorcharakteristik, war bekanntlich die Eigenschaft, welche dem Wechselstromkommutatormotor als Bahnmotor eine große Überlegenheit über den einfachen Induktionsmotor gab. Hier würde aber auch diese Eigenschaft sogar in höherem Maße und zwar ohne Nachregulierungen realisiert.

Zum Anfahren ist nur ein einziger Schalter U, Fig. 13, erforderlich, der z. B. bei Stillstand der Hauptmotoren die drei Bürsten des Kommutatormotors U' untereinander verbindet, so daß dieser Motor als leerlaufender Induktionsmotor läuft und in den Betriebsmotoren keine Zugkraft auftritt. Zum Anfahren wird dieser Schalter geöffnet und die Betriebsmotoren fahren dann selbsttätig bis zur vollen Geschwindigkeit mit annähernd konstanter primärer Stromaufnahme an.

Will man langsam anfahren, so kann man diesen Schalter über Widerstände öffnen, oder es würde sich vielleicht noch mehr empfehlen, in diesem Falle die zur Verfügung stehenden Gruppen einzeln nacheinander einzuschalten.

Will man rückwärts fahren oder bremsen, so geschieht dieses durch einen zweiten doppelten Umschalter $U'' - U'''$ der die Niederspannungszuleitungen zu den Hilfsmotoren umschaltet. Bei Umschaltung der Fahrrichtung bleibt dann der Drehsinn der Hilfsmotoren konstant, nur ihre Anschlußklemmen werden durch den Doppelumschalter $U'' - U'''$ vertauscht.

Das einmalige Anlassen der Hilfsmotoren geschieht durch den Motor U', indem der Doppelumschalter $U' - U''$ auf die eine oder die andere Fahrrichtung eingeschaltet wird. Dieser Hilfsmotor U' läuft natürlich in seiner Eigenschaft als Kommutatormotor leicht leer an und zwar, gleichgültig auf welche Fahrrichtung die Betriebsmotoren eingeschaltet werden, immer in derselben durch seine Bürstenverstellung gegebenen Richtung. Hierbei wird dann zweckmäßig, um einen Stromstoß zu vermeiden, der Anschalter U auf seine Anfangsstellung mit Widerständen eingeschaltet und nach dem Anlassen des Hilfsmotors kurzgeschlossen.

Danach sind, während des ganzen Betriebes, an den Hilfsmotor keinerlei Regulierungen mehr erforderlich. Das Anfahren der Betriebsmotoren geschieht durch Öffnen des Anschalters U, das Bremsen und Rückwärtsfahren, durch Umschaltung des Doppelumschalters $U'' - U'''$ auf die entgegengesetzte Fahrrichtung.

Schluß.

Alle diese interessanten hier erläuterten Wirkungen erklären sich prinzipiell aus dem eingangs Gesagten, was sich vielleicht präziser in dem folgenden Satze aussprechen läßt: Jeder in der Praxis gebräuchliche elektrische Motor, ob Gleichstrom- oder Wechselstromkommutatormotor, oder Induktionsmotor, ist gleichzeitig ein Periodenumformer des zugeführten Stromes. Seine Leistung steigt und fällt mit der Differenz der Periodenzahlen im Stator und Rotor. Im statischen Transformator z. B. tritt keine Periodentransformierung auf, er leistet aber auch keine mechanische Arbeit. Im Gleichstrommotor wird der ganze Rotorstrom in Strom variabler Periodenzahl umgerichtet, desgleichen im Wechselstromkommutatormotor, in welchem der Kommutator gewissermaßen eine doppelte Umrichtung, d. h. Umrichtung höherer Ordnung, ausführt. Im Induktionsmotor wird der ganze Rotorstrom durch reine Induktion in Strom anderer Periodenzahl umgeformt. Praktisch würde die letztere Umformung die idealere sein, gestattet aber keine wirtschaftliche Regulierung der Drehzahl. Das Bindeglied bildet hier der in den Stromkreis des Induktionsmotors eingefügte Periodenumformer, der hier aber nur eine Differenzwirkung ausübt und hierdurch gleichzeitig eine Selbstregulierung der Schaltung, indem er bei jeder Geschwindigkeit nur den Rest, d. h. den nicht durch reine Induktion umgeformten Teil der zugeführten Arbeit umformt.

Kleine Nachrichten.

Beschreibung ausgeführter oder geplanter Bahnanlagen sowie besonderer Systeme.

Die Baker Street und Waterloo-Untergrundbahn in London. Die Bodenverhältnisse in London sind für den Bau von unterirdischen Tunnels günstiger als zum Beispiel in Berlin. Die Untergrundbahnen konnten daher unabhängig von Straßenzügen gebaut werden und beeinträchtigten infolgedessen den Straßenverkehr bei weitem nicht in dem Maße, wie es während des Baues von Unterpflasterbahnen notwendig ist. Eine weitere Folge ist, daß die ganze Bauausführung wesentlich von der in Berlin gewohnten abweicht. Mit Bezug auf die Abbildungen folgen einige Bemerkungen über die Baker Street und Waterloo Railway.

Diese Bahn ist eins der Underground Electric Railways Company of London, Ltd., gehörenden elektrischen Verkehrsmittel, die von dem vor zwei Jahren gestorbenen Mr. Yerkes aus New York gefördert wurden. Sie hat ihren Betrieb seit März 1906 aufgenommen und beförderte in den ersten sechs Monaten d. Js. 9,93 Millionen Passagiere.

Die Streckenführung ist aus dem Plan Fig. 24 ersichtlich. Die Gesamtlänge beträgt ca. 7,6 km. Besonderer Wert wurde bei der Auswahl und Anlage der zwölf Stationen darauf gelegt, durch direkte Zugänge Anschluß an Stationen anderer Bahnen zu bekommen, um dadurch den Fahrgästen den Umsteigeverkehr zu erleichtern. Wie ersichtlich, mußte die Themse unterführt werden, trotzdem beträgt die größte Steigung nicht mehr wie 1 : 60.

Bei der Untertunnelung der Themse wurde der bekannte Greathead-Schild benutzt. Dieser besteht aus einem kurzen Stahlzylinder mit dem Durchmesser, den der Tunnel erhalten soll. Sieben oder acht hydraulische Pressen drücken den Zylinderring mit seiner scharfen Vorderkante etwa 50 cm in den Lehm hinein. Nach jedem Ruck vorwärts wurde das Erdreich auf Feldbahnen entfernt und die ebenfalls 50 cm breiten eisernen Segmente zur Bildung des Tunnelrohres angesetzt. Der Zwischenraum zwischen Tunnelwandung und Lehmboden wurde mittels komprimierter Luft mit Lasklaft ausgefüllt. Auf diese Weise wurden ungefähr 24 m pro Woche fertig.

In jedem Rohr wurde ein Gleispaar verlegt; nur in Stationen ist das Rohr erweitert, um für zwei nebeneinander liegende Gleise Raum zu schaffen. Eine Kreuzung

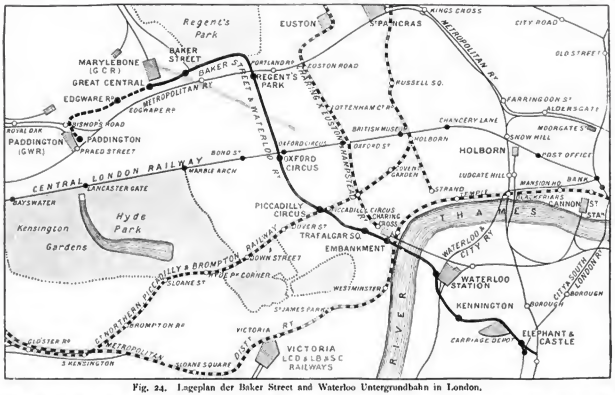


Fig. 24. Lageplan der Baker Street and Waterloo Untergrundbahn in London.

Fig. 25. Schienenkreuzung im Tunnel.

in einem derartigen Rohr ist in Fig. 25 abgebildet. Die Schienenverlegung ist die in England übliche, nur daß das Lager für die Schwellen aus Beton besteht. Für Hin- und Rückleitungen des Stromes sind zwei getrennte Schienen (Fig. 26) verlegt worden, deren chemische Beschaffenheit ein besonders hohes Leitungsvermögen ermöglicht.

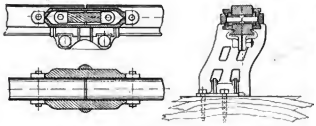


Fig. 26. Konstruktion der Stromzuführungsschiene.

so daß der Widerstand nicht größer wie 6,4 mal desjenigen für Kupfer beträgt.

Ein Wagenuntergestell ist in Fig. 28 abgebildet. Jeder Motor leistet 200 PS, sämtliche Motoren eines Zuges werden mit Hilfe des Sprague-Thomson-Houston-»multiple unit«-Systems gesteuert. Die im Motorwagen befindliche Schalttafel ist in Fig. 27 gezeigt, während Fig. 29 einen ganzen Motorwagen darstellt. Letztere sind fast ganz aus Stahl gebaut, um die Feuersgefahr zu vermindern. Die Länge eines Wagens beträgt ca. 15 m,

Fig. 28. Wagenuntergestell.

Fig. 27. Schalttafel im Motorwagen.

er faßt 46 Passagiere, der Raum für den Führer ist vollständig abgetrennt. Die Signal- und Weichenstellvorrichtungen werden teilweise elektrisch und teilweise pneumatisch betätigt. Fig. 30 zeigt einen Schalttisch in einem Unterwerk und Fig. 31 einen Apparat, auf dem der Weichensteller jederzeit erkennen kann, welche Strecken der Bahn mit Zügen besetzt sind. Diese Vorrichtung ist optisch eingerichtet, und zwar so, daß die Strecken, die frei sind, mit Glühlampen beleuchtet sind, während die Strecken, die mit Zügen befahren werden, in dem Apparat dunkel erscheinen.

Zu den Zeiten, an welchen der Andrang am größten ist, findet ein Zweiminutenverkehr statt. Der Fahrpreis für die ganze Strecke beträgt 2 Pence (ca. 17 Pf.), ein Klassenunterschied ist nicht gemacht.

Der Strom zum Betriebe der Bahn wird dem Kraftwerk in Chelsea entnommen. Die Übertragung erfolgt mit Drehstrom 11000 Volt und $33^1/_3$ Perioden. In den drei Unterwerken sind Transformatoren und Umformer

Fig. 29. Ansicht eines Motorwagens der Baker Street and Waterloo Untergrundbahn.

Fig. 30. Schaltisch eines Unterwerkes.

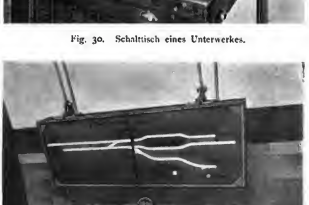


Fig. 31.
Apparat zum Anzeigen der jeweils mit Wagen besetzten Streeken.

aufgestellt. Erstere vermindern die Spannung auf 370 Volt und letztere geben auf der Gleichstromseite 550 bis 600 Volt, mit welcher Spannung die Stromschienen gespeist werden. Feldmann.

Bau der Strecken.

Fahrbare Feilmaschine zur Bearbeitung von Schienen.[1]) Die in neuerer Zeit durch die immer mehr wachsende Inanspruchnahme der Straßenbahnen in besonders hohem Grade auftretende eigentümliche Riffelbildung an der Oberfläche der Schienen hat sich infolge der hieraus resultierenden Erschütterungen im Betriebe ebenso schädlich für die Wagenkonstruktion wie auch für den Unterbau erwiesen. Die technische Literatur hat sich bereits mehrfach mit dieser unangenehmen und bezüglich ihrer Ursachen noch nicht ganz aufgeklärten Erscheinung beschäftigt (E. T. Z. 1907, S. 974: Bericht des Ausschusses B des Vereins Deutscher Straßen- und Kleinbahnverwaltungen; E. K. u. B. 1907: K. Sieber, Über die wellenförmige Abnutzung von Straßenbahnschienen) und empfiehlt als einziges Hilfsmittel die sofortige Beseitigung des Übels unmittelbar nach dem Entstehen durch geeignete Vorrichtungen und Maschinen.

[1]) Mitgeteilt im Dresdener Elektrotechnischen Verein am 28. Oktober 1907.

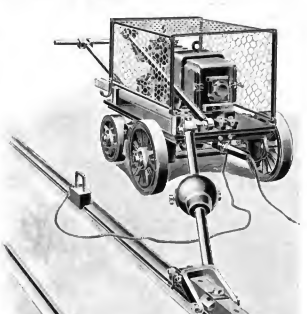


Fig. 32. Fahrbare Feilmaschine.

Hierzu verwendbar erscheint zunächst der einfache Schienenhobel, dessen Betrieb allerdings infolge der Aufwendung von zwei Arbeitern pro Hobel naturgemäß sehr teuer ist.

Verfasser hat nun nach den Ideen des Erfinders, Herrn Raschke, eine Maschine konstruiert, bei der zwar der Schienenhobel beibehalten, dieser aber durch Elektromotor unter Vermittelung eines Schneckengetriebes mit Kurbelmechanismus angetrieben wird.

Die einfache Konstruktion ist aus Fig. 32 ersichtlich, und es bedarf wohl nur folgender Hinweise: Von größter Wichtigkeit ist der Stand der Maschine seitlich vom Gleis, eine Anordnung, die es gestattet, die Bearbeitung der Schiene vornehmen zu können, ohne den Betrieb der Straßenbahn zu unterbrechen. Beim Passieren eines Straßenbahnwagens ist es also hierbei nur erforderlich, die mittels Universalgelenk mit dem Kurbelgetriebe verbundene Schubstange nebst Hobel auszuheben und zur Seite zu drehen.

Der Hobeldruck wird durch ein längs der Schubstange verschiebbares Gewicht reguliert; es ist ferner Vorsorge getroffen, daß der Hobel nur beim Vorwärtsgange (Arbeitsgange) die Schienenoberfläche berührt, beim Rückwärtsgange (Leergange) wird der Hobelkörper selbsttätig durch zwei Knaggen, die gleichzeitig die Führung längs der Schienenrille vermitteln, um einige Millimeter ausgehoben.

Um der Neigung des Schienenkopfes in Kurven und bei ausgefahrenen Strecken Rechnung zu tragen, ist es möglich, den Hobel um jeden praktisch vorkommenden Winkel verdreht, einzustellen.

Alle diese Einstellungen der Belastung und der Neigung können mitten im Betriebe vorgenommen werden; dies gilt auch für das Verschieben des Feilwagens, das nach Lüftung der Radbremse automatisch durch den Schienenhobel selbst erfolgt.

Die ganze Arbeitsweise ist sonst mit der des Handhobels völlig identisch, so daß auch der ungelernte

Arbeiter sofort mit der Bedienung betraut werden kann. Der Vorrichtung wird eine Kontaktstange behufs Stromabnahme von der Oberleitung mit Sicherung und Kontaktstöpsel sowie auch ein Erdungsgewicht beigegeben.

Die Maschine hat sich in mehrmonatlichem Betriebe bisher sehr gut bewährt. Ihr Verbrauch beträgt ca. 0,6 bis 0,8 KW. Unter Berücksichtigung aller Faktoren stellt sich der Preis der Hobelarbeit pro laufenden Meter Schiene ganz erheblich billiger als bei Handbetrieb.

Eine größere Type der fahrbaren Feilmaschine mit zwei Hobeln, die jedoch wegen ihrer Aufstellung zwischen den Schienen nur bei Nachtarbeit und bei Neubauten Verwendung finden kann, befindet sich in Vorbereitung.

Mit der Lieferung der durch Patentanmeldungen geschützten Maschinen befaßt sich vorläufig der Erfinder Herr Walter Raschke (Dresden-A., Helmholzstr. 3b) selbst.

E. Klein.

Wirtschaftliche Untersuchungen.

Betriebsergebnisse der elektrischen gleislosen Bahn in Ahrweiler. Die von Max Schiemann in Wurzen ausgeführte Bahn hat eine Betriebslänge von 5,3 km; sie wird mit Gleichstrom von 550 Volt Spannung betrieben. Der Wagenpark besteht aus 3 Triebwagen mit Vorderradantrieb und je 18 Sitzplätzen und aus 3 Anhängewagen. Um Staub möglichst fern zu halten, ist der Eingang zu den Sitzplätzen nach vorn verlegt, und zwar befindet sich nur auf der rechten Seite eine Tür. Ein Triebwagen wiegt nur 3240 kg. Die folgende Tabelle gibt Aufschluß über Fahrleistung und Stromverbrauch für die erste Betriebszeit vom Mai 1906 bis März 1907 (10 Monate).

Fahrleistung und Stromverbrauch in den einzelnen Monaten.

Monat	Wagenkilometer			Stromverbrauch	
	Motorwagen	Anhänger	Zus. (1 Anh. Wagen = 1/4 Motorw.)	ges. Kw	pro Wagen Watt/.
Mai (7 Tage 1906	2 187	670	2 522	970	390
Juni »	7 668	4 520	9 928	3 223	325
Juli »	8 317	5 100	10 667	3 308	320
August »	8 510	5 208	11 114	3 421	308
September »	8 231	2 638	9 550	3 515	370
Oktober »	4 525	—	4 525	1 828	404
November »	4 208	—	4 208	1 710,5	400 ±
Dezember »	3 804	—	3 804	1 934	496
Januar 1907	3 927	—	3 927	1 943	501
Februar »	3 676	—	3 676	1 860	506
März »	4 137	270	4 272	2 132	498
Zus. in 10 Monaten und 7 Tagen	59 170	18 406	68 373	25 943,5	380 im Durchschnitt

Die Bilanz der Betriebsgesellschaft enthält folgende Angaben.

Einnahmen:

Fahrgeld von 122 449 Personen . . .	M. 19 412,70
Erlös aus Schülerkarten	» 620,80
» » Arbeiterkarten	» 441,00
» » sonstigen Abonnements . . .	» 673,45
» Extrawagen	» 30,30
Sonstige Einnahmen	» 131,20
gesamte Betriebseinnahme	M. 21 309,45

Ausgaben:

Persönliche Ausgaben:

Löhne M. 5761,02, Gehälter M. 1804,56, Alters- u. Invalidenversicherung M. 106,71, Ortskrankenkasse M. 172,80, Abschreibung auf Kleiderkonto 75% von 758,40 = M. 568,80, zusammen . . . . . M. 8413,89

Übertrag:	M. 8413,89
Geschäftsunkosten, Drucksachen, Straßenteerung, Feuer- u. Haftpflicht-Vers. usw.	» 3091,31
Stromverbrauch 25943,5 KWSt. à 13 Pf.	» 3372,65
Öl, Licht, Werkzeug	» 684,22
Reparaturen	» 904,31
Erneuerung der Gummireifen	» 2319,90
5% Abschreibung auf das Wagenkonto von M. 40734,64	» 2036,73
10% Abschreibung a. Utens. (M. 2440,20)	» 244,92
	Sa. M. 21067,93
Gewinn	» 241,52

Die Anlagekosten waren folgende: Bahnanlagekonto M. 72945,73, Mobilienkonto M. 732,97, Grundstückkonto M. 5306,65. Abschreibungen auf diese Summen sind in der Bilanz der Gesellschaft nicht enthalten; auch die Abschreibung von nur 5% auf Wagenkonto ist gering. Stobrawa, ein eifriger Vorkämpfer des gleislosen elektrischen Betriebs, verlangt beispielsweise 8—9% Abschreibung auf Wagen, 2% auf Gebäude, 16% auf Werkstatteinrichtung, 8 bzw. 6% auf Oberleitungsanlage. Von einer Verzinsung des Anlagekapitals kann also im vorliegenden Fall nicht die Rede sein. Schuld daran trägt zum Teil auch der Umstand, daß die Kosten für Personal verhältnismäßig hoch sind, weil der schwache Winterbetrieb keine genügende Beschäftigung bot.

P.

Aus den Geschäftsberichten.

Geschäftsbericht der Remscheider Straßenbahngesellschaft für das Jahr 1906. Der Personenverkehr hat sich von 2681661 zahlenden Personen, welche eine Einnahme von M. 333462,75 brachten, auf 2917742 Personen mit M. 363149,06 Einnahme gehoben. Dabei wurden 811473 gegen 784589 Wagen-km in Vorjahr geleistet, so daß die Einnahme pro Wagen-km von 42,5 Pf. auf 44,75 Pf. stieg.

Die Kraftabgabe stieg von 945397 KWSt. mit M. 138003,28 Einnahme auf 1067136 KWSt. mit M. 155499,86 Einnahme. An das Kraftleitungsnetz sind jetzt außer unseren sämtlichen Strecken und einigen Strecken der Barmer Bergbahn und der elektrischen Bahn Elberfeld–Cronenberg—Remscheid angeschlossen: 217 Motoren mit 1290 PS.

Die Abgabe von Strom zu Beleuchtungszwecken betrug 107082 KWSt. mit M. 30271,56 Einnahme gegen 79761 KWSt. mit M. 38209,07 im Vorjahre. Um diesen Zweig des Unternehmens nach Möglichkeit zu fördern, ist folgender Lichttarif eingeführt worden:

die ersten	1000 KWSt. im Kalenderjahre kosten	50 Pf.
» zweiten	1000 »	» 45 »
dritten	1000 »	» 40 »
4000 KWSt. und darüber		» 40 »

pro KWSt.

An das Lichtleitungsnetz sind jetzt angeschlossen: 4725 Glühlampen, 54 Nernstlampen, 192 Bogenlampen, 58 Miniatur-Bogenlampen und 18 Kleinmotoren.

Die in Aussicht genommenen Neuanlagen: Vergrößerung des Maschinenhauses, Bau einer Wagenhalle auf dem Grundstücke an der Kölnerstraße, Beschaffung von zwölf neuen Wagen, Vergrößerung der Kondensationsanlage und Aufstellung einer 400 KW-Dampfdynamomaschine sind im Berichtsjahr zur Ausführung gebracht und teilweise bereits in Betrieb genommen worden.

Die im letzten Geschäftsbericht erwähnte Erhöhung des Aktienkapitals auf M. 1400000 ist inzwischen durchgeführt worden. Die letzte Einzahlung erfolgte am 31. Dezember 1906.

Betriebsergebnisse.

Beförderte Personen	zu 10 Pf.	zu 15 Pf.	zu 20 Pf.	Abonnenten	zusammen	Fahrgeldeinnahme M.
Januar	100 765	97 138	11 062	10 263	219 248	27 919.10
Februar	92 491	88 914	9 904	13 974	205 373	24 706.35
März	101 908	98 459	11 414	13 694	225 475	27 356.23
April	107 611	108 115	12 223	5 803	234 753	30 047.90
Mai	111 521	105 192	12 852	10 781	240 346	30 412.28
Juni	116 271	108 530	14 222	10 530	249 553	30 791.98
Juli	139 807	126 239	15 048	10 960	292 054	35 974.15
August	113 750	116 595	18 801	5 600	254 755	33 038.–
September	111 060	109 642	15 517	5 708	242 017	31 619.42
Oktober	108 332	107 649	13 409	18 948	248 338	30 146.95
November	108 230	103 089	12 454	13 926	238 599	29 016.15
Dezember	121 024	115 012	11 331	19 864	267 231	32 100.55
Summa 1906	1 332 770	1 285 494	159 328	140 141 (mit M. 5181,46)	2 917 742	363 149.06
Summa 1905	1 224 868	1 181 897	145 588	129 308 (mit M. 4573,80)	2 681 661	333 462.75

Hierin sind nicht enthalten sämtliche Angestellte der Bahn sowie Beamte, denen nach dem Vertrage freie Fahrt zusteht.

Es entfallen auf Strecke Hasten—Güldenwerth 1906: 1 488 064 Personen, 1905: 1 365 611 Personen; auf Strecke Anlagen—Dicke Eiche—Lenneperstraße 1906: 1 429 678 Personen, 1905: 1 316 050 Personen.

Die Einnahmen betragen:

Aus dem Personenverkehr	M.	363 149,06
Kraftabgabe	»	154 242,51
Lichtabgabe	»	49 806,85
Aus dem Geldverkehr	»	1 831,90
Miete	»	360,—
Aus altem Material	»	8 262,70
Krankenkassenbeitrag	»	2 296,30
Verschiedenes	»	2 486,50
Durchlaufende Posten	»	4 709,90
Installationskonto	»	30 954,75
Zählermiete		9 553,—
Summa	M.	627 653,47

Die Ausgaben betragen:

Direktion	M.	12 526,26
Betriebsdienst	»	44 933,95
Zugkraft inkl. Fahrerlöhne und Stromerzeugungskosten für Kraft- und Lichtabgabe	»	184 034,08
Wagenunterhalt	»	30 569,82
Streckenunterhalt	»	17 128,34
Streckenreinigung	»	6 666,46
Gebäudeunterhalt	»	366,51
Beleuchtung und Heizung	»	2 895,36
Unterhalt des Inventars	»	1 001,72
Unfälle	»	6 134,64
Feuerversicherung	»	688,60
Kranken- u. Versorgungskassen	»	7 020,59
Verschiedenes: Steuern etc.	»	17 863,—
Installationskonto		25 795,40
Summa	M.	357 564,73

Der Bruttogewinn beträgt . . . . . M. 270088,74

Hiervon gehen ab:

Tantieme an Beamte	M.	1 350,44
Versicherung der Akkumulatorenbatterie	M.	1 845,—
Zinsen der Anleihe	»	46655,94
		49851,38
	M.	220 237,36

Übertrag:	M.	220 237,36
Die Abschreibungen und Rückstellungen betragen:		
Maschinen	M.	27 660,—
Wagen	»	25 204,63
Streckenausrüstung	»	10 684,04
Geräte und Werkzeuge	»	1 171,14
Mobilien	»	200,—
Gleiserneuerung	»	40 000,—
Gas- und Wasserinstallationen	»	194,28
Reservestücke	»	300,—
Zuschußkonto Schöne Aussicht–Klarenbach	»	4 000,—
Lichtanlage	»	163,75
Akkumulatoren	»	2 100,—
Kraftzähler	»	1 551,—
Lichtnetz	»	7 542,70
Lichtzähler	»	349,85
	»	121 121,39
	M.	99 115,97

Hiervon gehen ab:

5 % an den Reservefonds	M.	4 955,80
4,5 % Tantieme an den Vorstand	»	4 460,22
	»	9 416,02
Es verbleiben	M.	89 699,95
Hiervon erhalten die Aktionäre 4 % Dividende		40 000,—
	M.	49 699,95
Ab 10 % an den Aufsichtsrat	»	4 970,—
	M.	44 729,95
Hierzu Vortrag aus 1905	»	333,86
Von diesem Betrage mit	M.	45 063,81
schlagen wir vor:		
4 % Superdividende zu zahlen mit	»	40 000,—
Der Pensionskasse zu überweisen		5 000,—
Auf neue Rechnung vorzutragen	»	63,81

Neue Bücher.

Der Schalttafelwärter. Von Emanuel Stadelmann. Bibliothek der gesamten Technik. 48. Band. Mit 106 Abbildungen. Hannover, Verlag von Dr. Max Jänecke. Preis M. 2,40, in Ganzleinenband M. 2,80.

Beim Lesen des Titels dieses Büchleins und des Vorwortes sollte man der Meinung sein, ein kurzes Werkchen für »Schalttafelwärter« in der Hand zu haben,

das den mit der Wartung elektrischer Schaltanlagen oder kleinerer elektrischer Betriebe betrauten Personen genügende Mittel an die Hand gibt, sich über das Prinzip der Apparate und Maschinen bzw. die in größeren Schaltanlagen auftretenden Erscheinungen zu unterrichten. Dem ist aber nicht so, vielmehr findet man in wenigen Worten ohne Gründlichkeit das große Gebiet der allgemeinen Starkstromtechnik behandelt. Ohne auf irgendwelche für den Leserkreis des Büchleins verständliche Grundbehandlungen einzugehen, werden Motoren, Generatoren, Anlasser, Transformatoren, Verteilungsnetze, Schalter etc. etc. bunt durcheinander gestreift.

Wenn der Verfasser im Vorworte sagt: »Eine scharfe Trennung war aber nicht strikte einzuhalten, denn z. B. bei der Erwähnung der Gleichstromdynamos müßten vorher schon die Nebenschlußregulatoren, bei den Motoren die Anlasser usw. bereits erwähnt werden«, so dürfte diese Anschauung über die Behandlung des Stoffes wohl nur wenig Anhänger finden, für den Leserkreis, dem das Büchlein dienen soll, ist dieselbe aber wenig befriedigend. Eine reihenfolgliche Besprechung der einzelnen Teile würde weit angenehmer sein.

Abgesehen von diesen redaktionellen Einzelheiten sind aber dem Verfasser eine ganze Reihe technischer Unrichtigkeiten unterlaufen, so z. B. liest man bei der Behandlung der Anlaßvorrichtungen von Wechselstrom-Motoren folgenden Satz:

Seite 46. In diese Hilfswicklung wird zur Ingangsetzung des Motors entweder eine Selbstinduktionsspule, ein Kondensator (meist ein Flüssigkeitskondensator) oder ein induktionsfreier Widerstand eingeschaltet, um eine gewisse Phasenverschiebung und dadurch ein Drehfeld zu erzeugen.« Dargestellt in Fig. 36, 37 und 38.

Induktionsfreie Widerstände (Fig. 36) erzeugen niemals eine Phasenverschiebung. Aber auch sonst wird denjenigen, denen das Büchlein dienen soll, da keine näheren Erklärungen gegeben sind, der und ähnliche Sätze nicht verständlich sein. Die Schaltungsschemata Fig. 87 und 88 weisen eine ganze Reihe überflüssige Apparate auf. Auf weitere Einzelheiten hier noch einzugehen ist leider nicht möglich.

Die Sprache des Buches kann keineswegs als elegant und leichtflüssig bezeichnet werden. Die Ausstattung des Werkchens seitens der Verlagsbuchhandlung ist gut.

Kyser.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

C. Beschreibung ausgeführter oder geplanter Bahnanlagen sowie besonderer Systeme.

2. Stadt- und Vorortbahnen.

Der Akkumulatorwagenbetrieb der Pfälzischen Eisenbahnen. (Z. d. V. D. Eis.-Verw. 1907, S. 1213 u. ff.) Betriebsmittel: zwei dreiachsige, sechs vierachsige Wagen mit 38 bzw. 45 t Gewicht bei 68 bzw. 114 Sitzplätzen. Vierachsige Wagen haben drei durch Türen verbundene Abteile mit Mittelgangbänken quer, je acht Türen an jeder Seite. Je ein Führerabteil an jedem Ende, genau gleich ausgerüstet. Antrieb: zwei parallel geschaltete Hauptstrommotoren mit Übersetzung 1 : 3 auf beiden Achsen eines Drehgestells — zur Untersuchung genügt kurze Gleisgrube — geben bei ca. 300 Volt und je 65 Amp. dem Wagen in der Horizontalen ca. 45 km Geschwindigkeit. Batterie aus 156 Elementen von je sieben positiven, acht negativen Platten, Kapazität 250 Amp.-St. in neuem Zustande, 15 t schwer, unter Sitzbänken; Aufladung bei Parallelschaltung zu zwei Hälften mit 200 Amp. Leistung der positiven Platten ca. 100 000 km, der negativen ca. 38 000 km. Kosten für Unterhaltung der Wagen, Motoren und Batterien pro Nutz-km ca. 10 Pf., für Strom ca. 16 Pf., für Schmieren, Putzen usw. ca. 24 Pf. zus. ca. 28 Pf., dazu für Zugbegleitpersonal ca. 9 Pf., im ganzen ca. 37 Pf. Zur Deckung dieser Kosten sind bei einem Tarif von 3 Pf. pro km 12 Fahrgaste nötig; tatsächliche Besetzung durchschnittlich 22 Personen.

4. Bahnen besonderer Bauart einschl. der gleislosen Bahnen.

Der Frei-Aufzug in St. Moritz. (E. u. M. Wien, 1. Sept. 1907, S. 677.) Vor einiger Zeit ist in St. Moritz ein Personenaufzug dem Betriebe übergeben worden, der die Verbindung zwischen einem Hotel und dem 30 m tiefer gelegenen Sportplatz herstellt. Der für sechs Personen oder für eine Nutzlast von 450 kg eingerichtete Fahrstuhl, ist zwischen den Fahrschienen, die auf den von Gitterträgern getragenen Gitterkonstruktionen ruhen, pendelnd aufgehängt, so daß er stets in lotrechter Lage verharrt. Das Eigengewicht des Fahrstuhles und die halbe Nutzlast wird durch ein flankenzugartig aufgehängtes Gegengewicht ausgeglichen. Der Antrieb der Seiltrommel geschieht durch einen Drehstrommotor.

D. Bau der Strecken.

1. Vorarbeiten, Linienführung, Unterbau, Oberbau, Bahnhofsanlagen.

The Selby Hill Street Railway Tunnel, St. Paul, Minn. (Street R. Journ., 21. Sept. 1907, S. 421.)* Straßenbahntunnel, der zwecks Beseitigung einer Steigung von 165 ‰ angelegt wurde, über welche die Straßenbahnwagen mittels besonderer Schleppwagen durch Kabelbetrieb befördert wurden. Einzelheiten über Bauweise, Material und Ausführung.

The Hardness of Corrugated Rails. By George L. Fowler. (Street R. Journ., 5. Okt. 1907, S. 506.)* Prüfung der Theorie, wonach die Riffelbildung durch ungleichmäßige Dichte und Härte des Schienenkopfes verursacht sein soll. Zu diesem Zwecke wurden von drei verschiedenen Bahnen Schienen entnommen und deren Wellenbildung und Härte untersucht. Der Verfasser kommt zu dem Schluß, daß die verschiedenartige Härte nicht vorhanden ist und daher nicht die Ursache der Riffelbildung sein kann.

Steel Tie and Concrete Construction on Utica and Mohawk Valley Railway System, Utica, N. Y. By M. J. French. (Street R. Journ., 12. Okt. 1907, S. 665.)* Gleisverlegung in Asphaltstraßen. Die Schienen werden auf eisernen Querträgern und Beton verlegt. Die Pflasterung zwischen und neben den Schienen besteht aus glasierten Klötzen. Einzelheiten über Kosten und Ausführung.

The Use of the T-Rail in Cities. By C. Gordon Reel. (Street R. Journ., 26. Okt. 1907, S. 883.)* Die Verwendung der Rillen- und Nasenschiene für städtische Bahnen werden zugunsten der einfachen T-Schiene verworfen. Die Rille wird durch entsprechende Anordnung des Pflasters gebildet. Als Vorteil der T-Schiene wird hervorgehoben, daß sie leichter in Gewicht gehalten werden kann, daß weniger Neigung zum Wippen vorhanden ist. Einzelheiten über Abmessungen, Gewichte und Querschnitte.

Die Entwicklung und Bedeutung der Dampfschaufeln. Von R. Richter. (Z. d. V. D. I., 26. Okt. 1907, S. 1685.)* Kennzeichen der amerikanischen Bauart:

A-Bahnen-Konstruktion, Dampfeinzelantrieb zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit (Dreimotorenschaufel). Schwenken des Auslegers während des Hebens vom Baggerlöffel. Drehscheibenform für kleine, A-Bahnenform für große Leistungen. Methoden: Einschnitt-, Seiten- und Rückwärtsbaggerung. Meist Seitenbaggerung: Löffel um 90 bis 180° zu schwenken; ununterbrochene Füllung des Transportzuges. Oft erst Rückwärtswanderung für Transportgleis, dann Seitenbaggerung für die Hauptarbeit. Transportgleis oft höher als Hauptgleis. Höchstleistung in gewöhnlichem Boden bei 1,5 cbm Löffelinhalt 800 cbm pro 10 St. — Konstruktion von Menk & Hambrock in Hamburg (Seitenbaggerung, Entladung auf stillstehenden Zug), größtes Modell 45 t, 2 cbm-Löffel, 6 m Ausladung, 2,6 m Spurweite. — 64 t-Schaufel der Marion-Steam-Shoal-Co.; A-Bahnen, Löffel 1,9 cbm, 2 Löffel pro Min.; Zugkraft 25 t am Flaschenzug; Schnittweite 17 m, Konstruktionszeichnung. Löffel mit vier Schneidezähnen und Bodenklappe; Vorschubmaschine und Schwenkmaschine je 40 PS, Hubwerksmaschine 185 PS; Hubgeschwindigkeit 0,33 m/Sek.; Dampfkessel mit Siederohren, 48 qm, 12 cbm Speisewasser pro Schicht. Bedienung: 1 Heizer, 2 Schaufelführer. — Drehscheibenschaufel: unbegrenzter Schwenkwinkel, aber große Massenwiderstände; ein Spiel pro Min. Konstruktion der Thew Automatic Shoal Co. in Lorrein (Ohio): 32 t-Schaufel mit Einzelantrieb für Heben, Schwenken und Verschieben. Größte Ausführung 45 t, 15 cbm Löffelinhalt, 7 m Grabweite. Wilson-Schaufel mit einem Antriebsmotor. — Für die 64 t-Schaufel: Kohlenverbrauch pro Tag 2000 kg, 12 cbm Wasser bei sechsfacher Verdampfung. Leistung 3800 cbm bei Sandboden und 3,3 Spiele pro Min., bei schwerem Boden 1000 cbm, Durchschnitt 1100 bis 2300 cbm. Anlagekosten M. 45 000. Betriebskostenberechnung: Verzinsung und Abschreibung M. 9000, Betriebsmaterial für 200 Tage M. 11 000, Löhne M. 8000, Gesamtkosten pro Tag M. 140, somit das Graben und Verladen von 1 cbm Boden bei 1000 bzw. 3000 cbm pro Tag auf 14 resp. 47 Pf. zu stehen kommt. — 100 t-Schaufel der Marion Co. zum Abbau von Eisenerzen im Tagebau: 3,8 cbm Löffelinhalt, Leistung 1500 bis 3000 cbm in 10 St. — Keine vorbereitete Sohle notwendig, da die Schaufel sich selbst den Weg bahnt, leichter Transport per Bahn durch eigenen Dampf.

2. Stromleitung.

Meeting of the Standardization Commitee of the Engineering Association. (Street R. Journ., 21. Sept. 1907, S. 424.)* Beratungen über die Aufstellung von Normalien für Achsen, Räder, Bremsschuhe und Schienen.

Reinforced Concrete Poles. (Street R. Journ., 28. Sept. 1907, S. 479.)* Maste aus Beton mit Einlage von Längsstäben, welche durch einen spiralförmig über die ganze Länge gewundenen Draht zusammengehalten werden. Die Maste besitzen große Elastizität. Z. B. verträgt ein Mast von 9 m Länge eine Durchbiegung von 75 mm, ehe der Beton reißt. Die Bruchfestigkeit wird mit 3500 kg/qcm garantiert. Einzelheiten über die verschiedenen Ausführungen.

Recent Improvements in Catenary Line Construction and Methods of Installation. (Street R. Journ., 26. Okt. 1907, S. 858.)* Einzelheiten über die Vielfachaufhängung der G. E. C. Kurven der senkrechten Drahtschwingungen und der durch Temperaturschwankungen bedingten Durchhänge.

Standard Location for Third-Rail Working Conductors. (Street R. Journ., 9. Nov. 1907, S. 954.)* Bericht des Ausschusses der amerikanischen Eisenbahnvereinigung über die Normalisierung der dritten Schiene. Umgrenzungsprofile für Ober- und Unterkontakt unter Berücksichtigung der Abnutzungen. Maßstäbliche Abbildungen der gebräuchlichen und vorgeschlagenen Bauarten.

Experiments with Concrete Telegraph Poles. Von G. A. Cellar. (Electric. Lond., 11. Okt. 1907, S. 1039.) Nach Versuchen ist die Haltbarkeit von Stahlmasten in Betonfundamenten eine fast unbegrenzte. Denn Beton zersetzt sich nicht, wird vielmehr mit der Zeit härter. Es ist möglich, Holzmaste, deren unteres Ende gefault ist, dadurch wieder brauchbar zu machen, daß sie mittels eiserner Schienen auf ein Betonfundament gestellt werden. Die Ausbesserung kann während des Betriebes geschehen, ohne daß die Leitungen von dem Mast abgebunden werden. Bei Versuchen hat sich die Überlegenheit von eisenarmierten Zementmasten über die besten Holzmasten sowohl bezüglich der Festigkeit als auch bezüglich des Isolationsvermögens klar gezeigt.

Concrete Poles. (El. World, 28. Okt. 1907, S. 615.)* Die American Concrete Poles Comp. in Richmond stellt massive Masten für elektrische Leitungen in folgender Weise her: Aus dünnen Eisenstangen und Bindedraht wird das Gerippe angefertigt und dieses dann in einer Form mit Zement aus- und umgossen. Nach drei bis vier Tagen kann die Form entfernt werden, die Masten sind nach einem Austrocknen von drei Wochen gebrauchsfertig. Höchste Länge eines Mastes 18 m. Der leichteren Handhabung wegen werden die Masten auch in Teillängen von 1,5 bis 4,5 m geliefert. Bei einem Mast von 9 m Länge ließ sich die Spitze um 75 cm ausbiegen, bevor ein Brechen des Zementes eintrat; dies entspricht einem Horizontalzug, der um $\frac{1}{3}$ größer ist, als bei Zedernmasten von gleichen Abmessungen zulässig ist.

3. Signalwesen.

Electric Signalling installation at Euston and Crewe Stations. (Electric Lond., 25. Okt. 1907, S. 45; 1. Nov. 1907, S. 85.)* Auf den Stationen Euston und Crewe der London and North Western Railway ist die Elektrizität in weitestem Maße in den Dienst der Sicherheitseinrichtungen gestellt. Sowohl die Verstellung der Signale als auch die der Weichen erfolgt elektrisch, und zwar erstere durch Magnete, letztere durch Motoren. Die Schalthebel sind mechanisch gesperrt; es kann kein Signal gestellt werden, wenn nicht die betreffende Weiche in der richtigen Stellung ist. Alle Schalthebel sind in zwei übereinander liegenden Reihen angeordnet. Die Hebel der einen Reihe besorgen die Betätigung des Signales, die darunter liegenden der zweiten Reihe die Verschiebung der Weiche. Durch verschiedenfarbigen Anstrich der Hebel und durch Schilder mit Aufdruck ist die Übersicht gewährleistet. Der Motor zur Verstellung der Weichen ist unmittelbar neben der Weiche zwischen zwei Schwellen in einem gußeisernen Kasten angeordnet. Der Kasten ist zum Teil mit Öl gefüllt. Der Motor selbst ist ein zweipoliger Hauptstrommotor mit nur einer Feldspule. Auf der Ankerwelle sitzt ein Schneckentrieb, auf der Schneckenradwelle zwei Nocken zur Verstellung der Weichenzunge und

des Motorumschalters. Die mechanischen Teile stecken ganz in Öl, der Motor ist über dem Ölspiegel angeordnet. Der Motor hat nur ein Lager zwischen dem Anker und der Schnecke. Auf dem oberen freien Wellenende sitzt der Kommutator, so daß er selbst und die Bürsten leicht zugänglich sind. Die Weichenzungen sind in jeder Endlage mechanisch verriegelt. Die Motoren sind für eine Leistung von 3 PS berechnet; sie laufen mit 1500 Umdr. So bald die Bewegung der Weichenzunge, welche $3^1/_2$ Sek. erfordert, beendet ist, wird der Motor umgeschaltet und ist dann für die Rückwärtsbewegung der Weiche betriebsfertig. Die Stromart ist Gleichstrom von 230 Volt. Für diese Spannung sind auch die Magnete für die Betätigung der Signale gewickelt. Die Spulen sind in eiserne Kästen eingeschlossen. Wenn der Stromkreis geschlossen wird, zieht der Magnet das Semaphor in die Höhe; beim Öffnen des Stromes wird durch das Gewicht des Magnetkernes das Semaphor in Ruhestellung zurückgebracht. Das Gewicht des Signalarmes selbst ist durch ein Gegengewicht ausgeglichen. Die Energie für die Signalanlage wird in einem Kraftwerk erzeugt, welches auch der Beleuchtung der Bahnhofsanlagen einschließlich der Signallampen dient. Die Leistung der Dynamos beträgt 900 KW, die höchste Entladekapazität der Batterie 4000 Amp.St. bei 250 Amp.

4. Wagenschuppen und Werkstätten.

Concrete Shops and Car Houses at Nashville. (Street R. Journ., 14. Sept. 1907, S. 384.)* Werkstätten und Wagenhallen in feuersicherer Bauart. Letztere umfassen 15 Gleise für je sieben Wagen von 12,8 m Länge. Bauliche Einzelheiten mit maßstäblichen Figuren. Beschreibung der maschinellen und sonstigen Einrichtungen.

E. Bau der Fahrzeuge.

1. Widerstand und Zugkraft, Arbeitsverbrauch.

Messungen an Motorwagen. Von A. Heller. (Z. d. V. D. I., 5. Okt. 1907, S. 1581.)* Messung der Leistung eines Verbrennungsmotors durch Bremsdynamo der Soc. La Française Electrique mit beweglichem Gehäuse, das in Ringlagern drehbar und mit Wagenbalken und Schale versehen ist. Wirbelstrombremse von Morris & Lister, nicht sehr genau wegen verschiedener Erwärmung der von den Wirbelströmen durchsetzten Teile. Leerlaufsarbeit durch Auslaufsversuche bestimmt (Versuche von Burnand). Verbrauchsberechnung. — Getriebekastenprüfung mit hydraulischer Bremse von Brother Good (London): Gußeisernes Gehäuse auf Rollen gelagert und durch Hebel im Gleichgewicht gehalten; im Innern drehen sich Stahlblechscheiben in veränderlicher Wasserfüllung, die von den Scheiben mitgenommen wird.

Consommation d'énergie dans la traction électrique. Von J. Reyval. (L'Éclair. électr., 16. Nov. 1907, S. 224—229.)* An der Hand zweier Tafeln, von denen in Fig. 33 eine wiedergegeben ist, werden die Ergebnisse von Versuchen auf der 35 km langen Bahn Freiburg—Anet zwischen den Ortschaften Cressier und Courtepin wiedergegeben. Die Angaben der Tafel beziehen sich auf einen Zug, bestehend aus einem Motorwagen von 38 t mit zwei Motoren von je 150 PS und verschiedenen Anhängewagen im Gesamtgewicht von 80 t. Zuleitung mittels dritter Schiene, gut bewährt. Auf Grund der Tafelwerte ergibt sich ein Traktionskoeffizient von 6 kg/t und ein Adhäsionskoeffizient von 0,14.

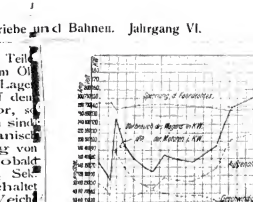


Fig. 33. Ergebnisse einer Versuchsfahrt mit einem Zuge von 80 t.

2. Das Fahrzeug und seine mechanischen Einzelteile.

New Surface Passenger Car for Brooklyn. (Street R. Journ., 2. Nov. 1907, S. 917.) Neue Form von halbverwandelbaren Wagen für die Brooklyn Rapid Transit Comp., bei welchen die Erfahrungen des Massenandranges zu gewissen Stunden ausgenutzt sind. Um große Menschenmassen rasch aufnehmen und absetzen zu können, haben sich nur Längssitze bewährt. Die Wagentüren sind unmittelbar neben dem Auftritt angeordnet, so daß sich der Eingang nicht verstopfen kann. An jeder Seite im Innern zehn rasch abnehmbare Rolladen. Länge über Ecksäulen 8,54 m, Länge der Plattform 1,4 m, Länge über die Puffer 11,66 m, Breite über die Abtropfrinnen 2,45 m, Höhe des Wagenkastens vom Rahmenboden bis zum Trolleybock 2,73 m. Besonders starke Bauart des Unterrahmens. Angabe der Holzarten und Holzstärken mit maßstäblichen Abbildungen. Elektrische Ausrüstung: Zwei Westinghouse 93-A 2 60 PS-Motoren, 17:70, Höchstgeschwindigkeit 42 km pro St. bei 550 Volt. Maximum-Drehgestelle.

Fifteen Cycle, Seventy-Two Ton Electric Locomotive at Atlantic City. (Street R. Journ., 26. Okt. 1907, S. 848.)* Während des Straßenbahnkongresses in Atlantic-City ausgestellte Lokomotive der Westinghouse-Gesellschaft für die Pennsylvania-Eisenbahn. 15 Perioden, Wechselstrom 11 000 Volt. Die Lokomotive besteht aus zwei selbständigen Hälften mit je einer Zugkraft von 9070 kg am Haken, zwei Triebachsen mit 183 cm Raddurchmesser, einem Pony-Drehgestell mit 91 cm Raddurchmesser. Gesamtradstand der halben Lokomotive 6,26 m, fester Radstand 2,28 m bzw. 1,88 m für die Pony-Gestelle. Leistung der Motoren je 500 bis 800 PS, Dauerleistung 375 PS. Höchste Zugkraft für die ganze Lokomotive 18 140 kg oder 6650 kg für die Stundenleistung und 4150 kg für Dauerleistung. Der Schwerpunkt liegt etwa 140 cm über S.-O. Gesamtgewicht 140 t. Gewicht pro Triebachse 22,7 t (?). Gewicht pro Pony-Gestell 18,3 t (?.!) Gewicht eines Motors 8850 kg. Gesamtlänge (halbe Lokomotive) 3,35 m. Höhe 3,95 m. Breite 3,05 m.

*) Nach den Angaben stimmen Einzelgewichte und Gesamtgewicht nicht überein.

Herausgegeben von Professor Dr. Aug. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN
CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:
Professor WILHELM KÖBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. d. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFÜRR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEIGHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Baurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **24. Januar 1908.** **Heft 3.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, und 26maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.
Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber stets mit adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Das elektrische Verhalten der Freileitungsisolatoren und ihre Beurteilung. Von Dr. Gustav Benischke. S. 41.

Die Schachtanlage Heinrich & Robert des Steinkohlenbergwerks „de Wendel" in Herringen bei Hamm i. Westf. Von Bergwerksdirektor A. Hochstaete in Herringen bei Hamm. (Fortsetzung.) S. 45.

Kleine Nachrichten. S. 52. Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft: Angaben über den elektrischen Kraftbetrieb in den beiden Hauptwerken der Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke. — Fragekasten.

Aus den Geschäftsberichten. S. 57. Geschäftsbericht für das elfte Geschäftsjahr vom 1. Januar bis 31. Dezember 1906 der Leipziger Elektrischen Straßenbahn.

Neue Bücher. S. 57.

Zeitschriftenschau. S. 58.

Das elektrische Verhalten der Freileitungsisolatoren und ihre Beurteilung.

Von Dr. Gustav Benischke.

Obwohl die Brauchbarkeit der Freileitungsisolatoren bei Hochspannung ausschließlich nach ihrem Verhalten unter Regen zu beurteilen ist, so soll doch auch kurz auf ihr Verhalten im trockenen Zustande eingegangen werden, schon aus dem Grunde, um das unterschiedliche Verhalten zu kennzeichnen.

Verhalten im trockenen Zustande.

Schließt man gewöhnliche Freileitungsisolatoren (Glocken) im trockenen Zustande an Hochspannung an, indem man einen Draht in der Bundrille um den Kopf herumlegt und hieran den einen Pol, an die Eisenstütze aber den anderen Pol anschließt, so tritt bei einer gewissen Spannung die in Fig. 34 und 35 sichtbare Glimm- und Büschelentladung auf.[1]) Sie verläuft längs der Oberfläche, wie diese auch geformt sein mag. Nur bei scharfen Krümmungen und sehr hoher Spannung treten Büschelentladungen auch aus der Oberfläche heraus (Fig. 34 und 36). In Fig. 35, wo das Dach des Isolators sehr flach ist, sieht man Büschelentladungen auch unter dem Dach auf der Hülse des Isolators. Das Porzellan läßt eben wie die meisten Isolierstoffe Glimm- und Büschelentladungen durch[2]), lange bevor es zu einem Durchschlag kommt, wie an dem gerillten Porzellanrohr in Fig. 36 besonders deutlich zu erkennen ist. Die zweite Elektrode befindet sich hier im Innern des Rohres.

Diese Glimm- und Büschelentladungen sind von gleicher Art wie die Entladungen aus dem Rande der Elektrode (Randentladungen) in Fig. 37. Die andere, gleiche Elektrode befindet sich auf der anderen Seite einer 3 mm dicken Porzellanplatte. Die Glimm- und Büschelentladungen sind bei gleicher Spannung um so stärker je dünner die isolierende Schicht ist, weil dann der Abstand der beiden Elektroden um so kleiner und infolgedessen die elektrische Kraft um so größer ist.

Fig. 37 enthält außerdem die bei weiterer Steigerung der Spannung auftretenden Funkenentladungen um den Rand der Platte herum zur anderen Elektrode. Sie verlaufen dicht auf der Oberfläche der Platte und heißen daher Gleitfunken. Die Länge der Gleitfunken ist selbst bei reinster und trockenster Oberfläche bedeutend größer als die Schlagweite durch Luft bei gleicher Spannung zwischen Spitzenelektroden.

Diese Erscheinungen (Randentladungen in Form von Glimm- und Büschellicht sowie Gleitfunken) treten auch bei jedem Kondensator mit festem Dielektrikum (Leidener Flaschen) auf.

Wird die Spannung über den zur Glimm- und Büschelentladung erforderlichen Wert gesteigert, so tritt ein völliger Überschlag zwischen den beiden Elektroden, und zwar in Form einer Funkenentladung (Fig. 38, 44, 45, 46) oder in Form eines Lichtbogens (Fig. 47, 48) ein. Fig. 38 zeigt eine ganze Reihe von Funkenentladungen am trockenen Isolator, die in rascher Aufeinanderfolge stattgefunden haben. Von der Bundrille bis zum Rande des Daches sind es Gleitfunken, von da bis zur Stütze gewöhnliche Funkenentladungen in freier Luft. Die Funkenentladung geht in einen Lichtbogen (an-

[1]) Derartige Photographien müssen in einem dunklen oder halbdunklen Raum aufgenommen werden, da sonst die Entladungen gegenüber dem weißen Porzellan nicht sichtbar werden.

[2]) Glas z. B. noch mehr Porzellan. Bei den Ozonerzeugern befindet sich Glas zwischen den Elektroden, um Funkenentladungen zu verhüten, während Büschelentladungen hindurchgehen.

dauernde Entladung) über, wenn die Stromquelle die zum Lichtbogen nötige Stromstärke herzugeben vermag. Hier sind zwei Begriffe zu unterscheiden: Anfangsspannung und Minimumspannung. Die Anfangsspannung ist jene Spannung zwischen den Elektroden, welche nötig ist, um eine Funkenentladung einzuleiten. Bleibt dieselbe bestehen, so geht ein Strom dauernd über, d. h. aus der Funkenentladung ist ein Lichtbogen geworden. Ja man kann sogar die Spannung etwas verringern und der Lichtbogen bleibt doch bestehen. Erst wenn die Spannung unter einen gewissen Wert — die Minimumspannung — sinkt, hört der Stromübergang auf, d. h. die Entladung ist unterbrochen. Die Anfangsspannung ist also unter gewöhnlichen Verhältnissen immer größer als die Minimumspannung. Jene gibt die Spannung an, welche nötig ist, um eine Funkenentladung einzuleiten, diese bezeichnet die Spannung, welche mindestens notwendig ist, um den Stromübergang aufrecht zu erhalten. Ist der Spannungsabfall im Transformator und in der Stromquelle so groß, daß schon beim ersten Stromübergang im Funken die vorhandene Spannung unter die Minimumspannung sinkt, so hört die Entladung sogleich wieder auf; man hat nur einen Funken erhalten. Da der Strom Null geworden ist, so steigt nun die Spannung wieder auf ihren früheren Wert an, und es entsteht eine neuerliche Funkenentladung, die aber auch wieder abreißt. Auf diese Weise kann man in rascher Aufeinanderfolge zahlreiche Funkenentladungen (Fig. 38) erhalten, ohne daß es zu einem Lichtbogen kommt. Ein Lichtbogen ist erst dann möglich, wenn die Spannung der Stromquelle so weit gesteigert wird, daß trotz des Spannungsabfalles die Spannung zwischen den Elektroden über der Minimumspannung bleibt. Der Spannungsabfall wird natürlich bedeutend vergrößert,

Fig. 34 und 35. Glimm- und Büschelentladungen an trockenen Isolatoren.

Fig. 36. Glimm- und Büschelentladungen an einem geölten Porzellanrohr.

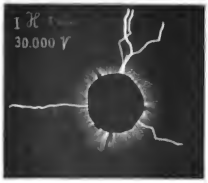


Fig. 37. Randentladungen (Glimmlicht, Büschellicht und Funken) aus der Elektrode eines Kondensators.

Fig. 38. Funkenüberschläge an einem trockenen Isolator.

Fig. 39. Büschelentladungen im Wege der abfließenden Wassertropfen. (Rillenisolator der P. F. Rosenthal unter künstlichem Regen.)

Fig. 40. Büschelentladungen im Wege der abfließenden Wassertropfen. (Neuerer Deltaisolator der P. F. Hermsdorf unter künstlichem Regen.)

wenn der primären Wickelung des Transformators ein induktionsfreier oder ein induktiver Widerstand (Drosselspule) zum Zwecke der Spannungsregulierung vorgeschaltet wird.

Vereinzelte Funkenentladungen stören den Betrieb einer Anlage noch nicht; ein Lichtbogen aber kommt einem Kurzschluß der Anlage nahe.

Büschelentladungen treten auch vor jeder Funkenentladung auf, wenn der Stromkreis oder die Elektroden eine gewisse Kapazität besitzen. Sie bilden in diesem Falle Vorentladungen, welche der vollständigen Entladung den Weg vorbereiten.[1])

[1]) Näheres über die verschiedenen Entladungsformen und die Bedingungen ihres Entstehens im allgemeinen sind im 14. Kapitel meines Buches: »Die wissenschaftlichen Grundlagen der Elektrotechnik« zu finden.

Verhalten unter künstlichem Regen.

Da man zu wenig Gelegenheit hat, Isolatoren zu Versuchszweeken unter natürlichem Regen zu beobachten, oder des Daches leitend. Daher treten Glimm- und Büschelentladungen aus der um die Bundrille gelegten Elektrode nicht mehr auf. Statt deren bemerkt man Büschelentladungen, die vom Rande des Daches ausgehen

Fig. 41 und 42. Vorentladungen vor dem völligen Funkenüberschlag. (Rollenisolator der P. F. Rosenthal unter künstlichem Regen.)

so stellt man bekanntlich künstlichen Regen her, indem man Wasser entweder aus einer über dem zu prüfenden Isolator angebrachten Brause herabfließen läßt, wobei die Wasserstrahlen und Tropfen nahezu senkrecht fallen, oder indem man das Wasser unter Druck aus einer seitwärts angebrachten Brause schräg nach oben ausströmen läßt, wobei die Wassertropfen den Weg der Wurfparabel einschlagen. Die letztere Anordnung ist vorzuziehen, weil sieh die

Fig. 43. Vorentladungen vor dem völligen Funkenüberschlag. (Deltaisolator der P. F. Hermsdorf unter künstlichem Regen bei 45 000 Volt.)

(Randentladungen) und im Wege der abtropfenden Wasserteilchen verlaufen (Fig. 39 und 40). Zunächst fällt auf, daß diese Randentladungen nicht von allen Stellen des Randes ausgehen, wie bei Fig. 34 und 35, sondern nur von einigen Stellen. Der Grund liegt in folgendem: erstens wird die Oberfläche des Daches nicht gleichmäßig vom Wasser benetzt. Infolgedessen bilden sieh gewisse Wege für das abfließende Wasser und daher gehen die Tropfen,

Fig. 44. Büschel- und Funkenentladungen (völliger Überschlag). Isolator mit Daehrippe der P. F. Rosenthal unter künstlichem Regen bei 48 000 Volt.

Fig. 45. Büschel- und Funkenentladungen (völliger Überschlag). Kämmerisolator der P. F. Rosenthal unter künstlichem Regen bei 105 000 Volt.

aus der Brause austretenden Wasserstrahlen mehr in Tropfen auflösen und daher dem natürlichen Regen besser entsprechen, und weil man auf diese Weise schief einfallenden Regen herstellen kann.

Bringt man nun einen Isolator unter solchen Regen, so wird der Kopf und die obere Fläche des Außenmantels solange die Regenmenge nicht geändert wird, fast immer von denselben Stellen des Randes ab. Zweitens zeigt sich, sobald die Büschelentladungen auftreten, eine unverkennbare Änderung im Abfließen des Wassers. Es scheint schneller vor sich zu gehen, und die Tropfen spitzen sich etwas zu, wie in Fig. 40 zu er-

kennen ist. Das Wasser löst sich nicht mehr ruhig in großen Tropfen vom Rande ab, sondern es wird förmlich abgespritzt. Das erklärt sich auch ohne weiteres aus dem bekannten physikalischen Versuch, daß ein dünner Wasserstrahl in Tropfen aufgelöst wird, wenn man ihm einen Pol einer Elektrisiermaschine oder auch nur einen durch Reibung elektrisierten Glasstab nähert.

Steigert man die Spannung ganz allmählich weiter ohne Sprünge zu machen, so entstehen aus den Büschelentladungen Vorentladungen zur Stütze wie sie in Fig. 41 bis 43 schwach sichtbar sind. Bei einer weiteren kleinen Spannungssteigerung gehen sie in vollständige Funkenentladungen über (Fig. 44 bis 46). Aus der Funkenentladung entsteht, wie oben auseinandergesetzt — ein Lichtbogen (Fig. 47 u. 48), wenn der Spannungsabfall nicht so groß ist, daß die Minimumspannung unterschritten wird. Lichtbögen treten unter sonst gleichen Umständen um so eher auf, je mehr sich die vom Rande des Daches abgehenden Tropfen zu Wasserstrahlen zusammenschließen, d. h. je größer die Regenmenge ist. Bei natürlichem Regen kommt das aber nicht vor, weil die größten in Europa beobachteten Regenmengen 5 mm pro Min. nicht überstiegen haben. Ein solcher Wasserstrahl bildet einen mit der Elektrode in der Bundrille zusammenhängenden, sehr beweglichen Leiter, der von der Stütze, an welcher der andere Pol liegt, angezogen wird, was ja ebenfalls aus einem physikalischen Experiment bekannt ist. Hingegen werden die Tropfen von der Stutze schwächer angezogen, weil sie mit der oberen Elektrode nicht mehr in Verbindung stehen, sondern nur eine kleine elektrische Ladung besitzen, die sie vom Rand des Daches mitgenommen haben, als sie sich von ihm ablösten. Ja es findet sogar eher eine Abstoßung der Tropfen nach auswärts statt, wenn sich unter dem Dach Vorsprünge befinden, welche das gleiche Potential wie die Wassertropfen haben. Das letztere ist leicht möglich, weil ja die ganze Oberfläche des Daches gleiches Potential hat wie die Elektrode in der Bundrille. Ist der Abstand eines derartigen Vorsprunges von den sich ablösenden Wassertropfen bedeutend kleiner als der Abstand der Stütze von denselben Wassertropfen, so überwiegt die Abstoßung nach auswärts über die Anziehung nach innen. Bei den Isolatoren in Fig. 44 und 45 ist diese Abstoßung deutlich zu erkennen. Beide haben unter dem Dach eine senkrechte Rippe. Auch die auf denselben Bildern enthaltenen Funkenentladungen verlaufen vom Dachrande ab ein kurzes Stück nach auswärts und wenden sich erst dann der Stütze zu, welche die andere Elektrode darstellt. Noch deutlicher ist dies an den Vorentladungen in Fig. 43 zu sehen. Diese sind anfangs wie die Büschelentladungen ein wenig nach außen abgelenkt und wenden sich erst dann mit scharfer Biegung der Stütze zu.[1]) Je stärker aber die Entladung ist, desto mehr wendet sie sich gleich vom Anfang an der Stütze zu, wie die Fig. 46 bis 48 zeigen. Die beiden letzteren sind bereits kräftige Lichtbögen, die nahezu den Kurzschlußstrom des Transformators (20 KVA) führen. Die letzten Abbildungen sind noch dadurch besonders bemerkenswert, weil sie zeigen, daß ein Zwischenmantel zwischen Dach und Hülse gar nicht von Nutzen ist, denn er kann sowohl den Funkenentladungen (Fig. 46 als auch dem Lichtbogen Fig. 48) einen Stützpunkt bieten, wenn er von schief einfallendem Regen naß geworden ist. Auch Büschelentladungen können von ihm aus- und zur Hülse übergehen wie Fig. 49 zeigt. Dagegen zeigen die Isolatoren ohne Zwischenmantel (Fig. 44, 45, 47) unter demselben künstlichen Regen, daß der Überschlag des Funkens oder des Lichtbogens vom

Fig. 46. Funkenentladungen (völliger Überschlag). Neuerer Deltaisolator der P. F. Hermsdorf unter künstlichem Regen bei 60 000 Volt.

Fig. 47. Lichtbogen (völliger Überschlag). Rillenisolator der P. F. Rosenthal unter künstlichem Regen bei 58 000 Volt.

Fig. 48. Lichtbogen (völliger Überschlag). Neuerer Deltaisolator der P. F. Hermsdorf unter künstlichem Regen bei 65 000 Volt.

Fig. 49. Glimm- und Büschelentladungen, auch vom unteren Mantel ausgehend. Neuerer Deltaisolator der P. F. Hermsdorf unter künstlichem Regen.

[1]) Bei diesem Isolator (Delta-Glocke) wird die Abstoßung von dem hier nicht sichtbaren zweiten Mantel, der vom Außenmantel ganz bedeckt ist, oder von dem hier sichtbaren dritten Mantel bewirkt. In der D. R. Patentschrift 110064 wird jedem Zwischenmantel eine solche Wirkung zugeschrieben. Das ist, wie Fig. 40 u. 46 (neuere Delta-Glocke) zeigt, nicht der Fall. Anderseits ist bei den Isolatoren ohne Zwischenmantel, aber mit Rippen an der Unterseite des Daches (Fig. 44 und 45) die Abstoßung noch stärker als bei Fig. 43.

Rande des Daches direkt zum Rande der Hülse gehen muß, ohne dazwischen einen Stützpunkt zu finden.

Die Lichtbögen in Fig. 47 und 48 zeigen die charakteristischen, den Polwechseln entsprechenden Streifen des Wechselstromes. Sobald nämlich der Lichtbogen eine größere Stromstärke führt, zeigt sich seine elektrodynamische Eigenwirkung, welche die von ihm gebildete Schleife erweitert. In Fig. 48 ist der Lichtbogen infolge dieser Wirkung sogar an dem Verbindungsdraht, der vom Transformator zur Bundrille führt, hinaufgeklettert.

Beurteilung der Isolatoren.

Es lag nahe, wie bei manchen anderen technischen Dingen, für die Beurteilung der Freileitungsisolatoren einen Ausdruck zu suchen, welcher die Verwendbarkeit im Vergleiche zu anderen Typen ziffernmäßig angibt. So hat Friese[1]) eine »Güteziffer« einzuführen versucht, welche das Produkt aus der »Randziffer« und der »Gewichtsziffer« ist. Die »Randziffer« definiert er als das Verhältnis der Spannungen, bei welchen die Funkenentladungen vom Rande zur Stütze im nassen und im trockenen Zustande eintreten. Die »Gewichtsziffer« ist das Verhältnis der Funkenspannung im nassen Zustande zum Gewicht des Isolators. Demnach wäre von zwei Isolatoren von gleicher Form, aber verschiedener Wandstärke der Mäntel und Hülsen (Scherbenstärke), der mit der kleineren Scherbenstärke der bessere. Das wäre richtig, wenn für die Güte eines Isolators die Herstellungskosten des Fabrikanten oder die Transportkosten maßgebend wären. Das ist aber nicht der Fall, sondern es kommt dafür lediglich das elektrische Verhalten unter Regen und die mechanische Widerstandsfähigkeit gegen Schlag und Zug in Betracht. Es ist daher unter zwei gleichen Formen gerade der mit der größeren Scherbenstärke, also der mit dem größeren Gewichte der bessere. Anderseits darf aber die Scherbenstärke eine gewisse Grenze nicht überschreiten, denn sonst kann der Isolator vor dem Brennen nicht genügend austrocknen und im Ofen nicht genügend durchbrennen. Die Folgen davon sind feine Risse oder mechanische Spannungen im Material, die schon bei leichten Schlägen das Zerspringen des Isolators verursachen. Auch eine geringere elektrische Durchschlagsfestigkeit kann die Folge davon sein. Daher werden ja große Wandstärken für sehr hohe Spannungen durch Zusammenglasieren oder Zusammenkitten zweier oder mehrere Teile hergestellt.

Es läßt sich überhaupt keine Ziffer zur Beurteilung der Güte von Isolatoren aufstellen, sondern es müssen die einzelnen Gesichtspunkte an und für sich sowie untereinander zur Erwägung kommen. Diese Gesichtspunkte sind:

1. Die Spannung, bei welcher ein Funken- oder Lichtbogen-Überschlag zwischen Bundrille und Stütze unter Regen eintritt (Funkenspannung). Dabei wäre es wünschenswert, wenn die Versuche immer bei 5 mm Regenhöhe pro Min. stattfinden würden. Dies entspricht der größten in Europa beobachteten Regenmenge. Bei größeren Regenmengen verschwinden die Unterschiede zwischen verschiedenen Isolatortypen immer mehr. Schüttet man eine Kanne Wasser darüber, so treten selbst bei sehr verschieden großen Isolatoren Funkenüberschläge bei nahezu derselben Spannung ein. 2. Elektrische Durchschlagsfestigkeit zwischen Stütze und Bundrille. 3. Mechanische Festigkeit des normal montierten Isolators gegen seitlichen, in der Bundrille angreifenden Zug. 4. Mechanische Festigkeit gegen Schlag und Stoß. 5. Scherbenstärke. 6. Höhe und Breite. 7. Gewicht im Vergleich zur Scherbenstärke, Höhe und Breite. 8. Zustand der Glasur. Denn wenn auch die Glasur keinen Einfluß auf Funkenspannung und Durchschlagsfestigkeit hat, so ist sie doch von Wichtigkeit, weil sie feine Poren zuschließt und die Oberfläche glatt macht, so daß das Anhaften von Staub und Ruß erschwert wird. Endlich läßt eine rissige Glasur auf schlechte Fabrikation schließen.

[1]) »Das Porzellan als Isolier- und Konstruktionsmaterial« 1904.

Die Schachtanlage Heinrich & Robert des Steinkohlenbergwerks „de Wendel“ in Herringen bei Hamm i. Westf.

Von Bergwerksdirektor **A. Hochstrate** in Herringen bei Hamm. (Fortsetzung.)

Schwungradumformeranlage.

Eine besonders wichtige und schwierige Einzelheit bietet weiter die Schwungradumformeranlage. Schwierig deswegen, weil beim Bau der Anlage noch keine längeren Erfahrungen hinsichtlich Ausbildung von Lagern für so große Belastungen vorlagen. Man mußte daher, um einen Mißerfolg zu verhüten, in allen Einzelheiten sehr sicher und vorsichtig bauen. Hierdurch wurde auch bei diesem Teil der Anlage eine praktisch vollkommene Betriebssicherheit erzielt.

Der erste Ausbau, der durch die Fig. 50 und 51 dargestellt wird, besteht aus einem Drehstrommotor von 900 PS 3000 Volt, zwei Schwungrädern von je 40 t und zwei Steuerdynamos für eine höchste Spannung von je 400 Volt und eine höchste Stromstärke von etwa 2700 Ampere.

Der Maschinensatz läuft bei Leerlauf mit 375 Umdrehungen. Ein Gesamtschwunggewicht von 80 t bei 375 Umdrehungen und einem größten Schlupf von 12% war nötig, weil für die größte Teufe mit einem dreimaligen Umsetzen zu rechnen ist. Die Pause ist alsdann also verhältnismäßig lang und die vom Schwungrad in den Pausen aufzunehmende und während des Zuges wieder abzugebende Leistung entsprechend groß. Wie die Abbildung erkennen läßt, ist die Anordnung jedoch so getroffen, daß bei Aufstellung der zweiten Fördermaschine nur noch ein zweiter Drehstrommotor und ein zweiter Satz Steuerdynamos erforderlich sind.

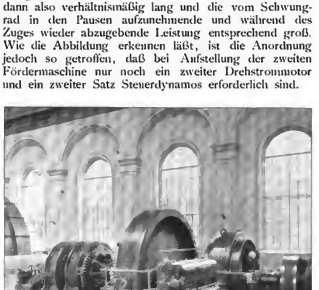


Fig. 50. Ansicht des Schwungrad-Umformers und des Schlupfreglers.

Fig. 51. Ansicht der Ilgner-Schwungrad Umformeranlage.

Diese Maschinen befinden sich gegenwärtig in der Montage, nachdem inzwischen der Auftrag auf Herstellung der zweiten Fördermaschine und der dafür nötigen Erweiterung erteilt ist.

Wenn beide Fördermaschinen ausnahmsweise gleichzeitig mit voller Belastung in Betrieb sein werden, was für gewöhnlich auch nach Ausbau der Grube wohl kaum eintreten wird, genügen die beiden für eine einzige Maschine berechneten Schwungräder auch noch, sobald die Maschinen zeitlich gegeneinander versetzt anfahren. Nur bei genau gleichzeitigem Anfahren mit voller Last wird das Schwungrad so stark entladen, d. h. die Drehzahl so stark herabgedrückt, daß eine normale Pause nicht mehr zum Laden ausreicht. Um Zeit für ein volles Laden des Schwungrades zu gewinnen, wird dann durch den Kontaktapparat des weiter unten noch zu beschreibenden Schlupfwiderstandes ein Hilfskreis geschlossen, der einen im Steuerbock sitzenden Sperrmagneten erregt. Dieser schaltet in den Weg des Steuerhebels eine Sperrklinke ein, wodurch der Maschinist gezwungen wird, den auf die zu große Entladung des Schwungrades folgenden Zug nur mit etwa halber Geschwindigkeit zu fahren. Das Schwungrad wird dabei zur Arbeitslieferung nur wenig herangezogen und die nächste Pause reicht aus, wieder die volle Drehzahl zu erreichen.

Die mechanischen Verluste in der Fördermaschine sowie die Verluste durch Luft- und Lagerreibung sind bei Veranschlagung der Motorleistung hoch angenommen, da umfangreiche Erfahrungen auch hierfür beim Bau der Anlage noch nicht vorlagen und man daher mehr oder weniger auf Schätzung angewiesen war; sie sind aber in Wirklichkeit viel geringer ausgefallen.

Die Steuerdynamos haben zwischen den Hauptmagnetpolen Wendepole, um bei jeder Spannung einen praktisch funkenfreien Gang zu erreichen. Diese Wendepole werden von den Siemens-Schuckertwerken bei derartigen Maschinen, ebenso wie auch bei den Fördermotoren gegenwärtig stets angewandt und haben bewirkt, daß die ursprünglich schwierig erscheinende Aufgabe, funkenfreien Gang auch bei niedriger Klemmenspannung zu erreichen, spielend überwunden wurde.

Sehr wichtige Teile der Anlage sind, wie schon bemerkt, die großen Lager der Schwungradwellen, die bei dem großen Gewicht der Schwungräder mit besonderer Sorgfalt zu bauen waren. Sie sind als Öldrucklager ausgebildet. Zu je zwei Lagern sind zwei Kapselpumpen vorgesehen, die das Öl unter die Lager drücken, nachdem es vorher durch ein im Kellerraum liegendes Kühlgefäß geflossen ist. Das Öl nimmt seinen Weg also von den Lagern durch die in den Kühlgefäßen liegenden Kühlschlangen zu den Pumpen und wird von diesen wieder unter die Lager gedrückt. Die Pumpen sind so bemessen, daß zurzeit eine einzige ausreicht, um zwei Lager zu versorgen.

Ferner ist eine besondere kleine Ölpumpe mit Motorantrieb aufgestellt, welche während der Inbetriebsetzung der Schwungräder das erforderliche Drucköl liefert.

Trotz des großen Gewichtes der Schwungräder haben bei dieser Bauart und der im übrigen sehr reichlichen Abmessung die Lager irgend welche Schwierigkeiten auch bei tage- und wochenlangem Dauerbetriebe nicht gemacht.

Die Schwungräder können nur dann in richtiger Weise ihren Zweck erfüllen, wenn die Vorrichtung zur selbsttätigen Regelung der Drehzahl in die richtige Abhängigkeit von dem Kraftverbrauch des Drehstrommotors, der Schwungrad- und Steuerdynamos antreibt, gebracht wird. Der Stromverbrauch dieses Motors soll bei gleichmäßiger Förderung annähernd unveränderlich sein und bei unregelmäßiger Förderung einen bestimmten Höchstwert nicht überschreiten.

Der Kraftverbrauch des Drehstrommotors ist also derjenige Wert, der die Vorrichtung zur selbsttätigen Regelung der Drehzahl beeinflussen muß. Ob dabei diese Vorrichtung nun in unmittelbare Abhängigkeit vom verbrauchten Strom oder, wie dies auch möglich ist, in mittelbare Abhängigkeit dazu gebracht wird, ist natürlich gleichgültig. Die Tatsache, daß diese Reguliervorrichtung vom Kraftverbrauch des Motors abhängen muß, ist zuerst von der Siemens & Halske A.-G. erkannt worden, und die danach erbauten Apparate sind der Firma patentamtlich geschützt. Ihre Wichtigkeit dürfte ohne weiteres einleuchten. Bei der auf Zeche de Wendel gewählten Ausführungsform betätigt ein Stromkreis den im umlaufenden Teil des Drehstrommotors liegenden Schlupfwiderstand und bewirkt, daß, wenn eine bestimmte mittlere Stromstärke um einen geringen Betrag überschritten wird, Widerstand eingeschaltet wird, wodurch die Drehzahl herabgesetzt und die aufgespeicherte Arbeit aus dem Schwungrad zur Unterstützung des Drehstrommotors ausgelöst wird. Umgekehrt wird, wenn die verbrauchte Stromstärke um einen geringen Betrag unterschritten wird, die Drehzahl erhöht und dadurch die vom Drehstrommotor geleistete Arbeit zum Aufladen des Schwungrades benutzt. Im Stromkreis des Relais liegt ein Regulierwiderstand, mit Hilfe dessen die mittlere Stromstärke der jeweiligen Förderung entsprechend höher oder niedriger eingestellt werden kann. Der eigentliche Zweck des Schwungrades, eine möglichst gleichmäßige Belastung des Kraftwerkes herbeizuführen, wird auf diese Weise in technisch vollkommenem Maße erreicht.

Der Schlupfwiderstand selbst ist hier als Metallwiderstand mit Stufenschalter ausgebildet, das Widerstandsmaterial liegt in einem Ölgefäß, dessen Öl durch eine Kühlschlange wirksam gekühlt wird. Der Kontaktapparat des Stufenschalters ist mit motorischem Antrieb ausgestattet und der kleine, den Kontaktschlitten antreibende Gleichstrommotor derart in Abhängigkeit von dem erwähnten Stromrelais gebracht, daß er, je nachdem die Stromstärke zu hoch oder zu niedrig wird, in dem einen oder anderen Sinne den Apparat beeinflußt. Ist der Kontaktschlitten in seiner äußersten Stellung angelangt, so hat das Schwungrad seine niedrigste Drehzahl, die zugelassen werden soll, alsdann wird durch einen kleinen Endausschalter der oben schon erwähnte, im Steuerbock der Fördermaschine liegende Sperrmagnet eingeschaltet und dadurch erreicht, daß bei dem nächstfolgenden Treiben nur mit halber Geschwindigkeit gefahren werden kann, also dem Schwungrade Zeit gegeben wird, wieder auf Drehzahl zu kommen.

Wirtschaftlichkeit der Förderanlage.

Wenngleich mit der beschriebenen Förderanlage genaue Dampfverbrauchsversuche bislang noch nicht angestellt worden sind, so erlauben die bisherigen Betriebserfahrungen doch schon ein Urteil über die bei Anlagen dieser Art wichtigste Frage, diejenige der Wirtschaftlichkeit, zu fällen.

Die Fabriken für Dampffördermaschinen haben in den letzten Jahren, gedrängt durch die Erfolge der ersten, großen elektrischen Fördermaschine auf Zeche Zollern II, ihre Maschinen wesentlich vervollkommnet und den Dampfverbrauch bedeutend verringert. Die während flotter gleichmäßiger Förderung gemessenen Zahlen werden zu 12—13 kg pro effektive Schacht-PS.St. angegeben. Da nun die Anlagekosten einer mit so niedrigem Dampfverbrauch arbeitenden Maschine niedriger sind als diejenigen einer Ilgner-Förderanlage, anderseits aber auch mit der erwähnten Maschine der Zeche Zollern II bei flotter Förderung ein nennenswert günstigerer Dampfverbrauch nicht erzielt ist, so wird unter Außerachtlassung der über 24 Stunden zu rechnenden Dampfverbrauchszahlen und vieler anderer wichtiger Gesichtspunkte weiter gefolgert, daß es nunmehr den Dampfmaschinenfabrikanten gelungen sei, den Vorsprung der elektrischen Fördermaschine wieder einzuholen, es sei daher unnötig und unwirtschaftlich, die kostspieligere elektrische Maschine der guten modernen Dampfördermaschine vorzuziehen.

Es ist jedoch grundfalsch, sich lediglich auf die einfache Gegenüberstellung der während flotter Förderung zu erreichenden Dampfverbrauchszahlen zu beschränken und kurzer Hand den erwähnten Schluß zu ziehen.

Ein großer Unterschied zwischen der elektrischen und der Dampffördermaschine liegt zunächst darin, daß der Dampfverbrauch der ersteren von der Geschicklichkeit des Maschinisten praktisch unabhängig ist, diejenige der letzteren nicht.

Bei der letzteren kann ein ungeschickter Maschinist durch zu spätes Abstellen des Dampfes, Geben von Gegendampf oder unnötiges häufiges Benutzen der mechanischen Bremse, durch ungeschicktes Einfahren in die Hängebank usw. den vom Erbauer erstrebten niedrigen Dampfverbrauch sehr leicht nennenswert in die Höhe treiben. Es dürfte daher kaum einer Maschinenfabrik möglich sein, wenn sie einen niedrigen, nur bei richtigem Fahren zu erreichenden Dampfverbrauch garantiert, diesen später auf längere Zeit und für jede beliebige Maschinenfahrt aufrecht zu erhalten. Ziemlich einfach liegen die Verhältnisse noch bei Maschinen, die regelmäßig die gleiche Last herausziehen. Treten jedoch Unregelmäßigkeiten in der Belastung der Förderschale auf und ist bald Last zu heben bald einzuhängen, so ist die Einhaltung eines einigermaßen günstigen Dampfverbrauchs bei Dampffördermaschinen außerordentlich erschwert. Bei der elektrischen Fördermaschine ist, wie schon bemerkt, die Geschwindigkeit von der Belastung praktisch unabhängig und mit genügender Genauigkeit allein abhängig von der Stellung des Manövrierhebels. Die Bedienung ist deshalb ungemein einfach und die Einhaltung des berechneten und gewährleisteten Dampfverbrauches nicht von der Geschicklichkeit des Maschinisten abhängig.

Daß der während eines kurzen Zeitraumes bei flotter Förderung mit der Dampffördermaschine erzielte Dampfverbrauch vielfach verglichen wird mit demjenigen Verbrauch, den die elektrische Maschine während 24 Std. erreicht, also während eines Zeitraumes, der die großen Pausen zwischen den Schichten und den wenig wirtschaftlichen Schichtwechsel einschließt, wurde schon erwähnt. Die Dampfmaschine verbraucht aber in den großen Pausen an den Sonn- und Feiertagen, wo sie ebenfalls stets unter Dampf gehalten werden muß, viel Dampf, auch ist der Verbrauch während der Seilfahrt beim Schichtwechsel unverhältnismäßig hoch, so daß ihr gesamter Dampfverbrauch denjenigen der elektrischen Maschine in viel höherem Maße übersteigt, als wenn man lediglich jenen falschen Vergleich zieht. Es ist außerdem zu berücksichtigen, daß bei den neueren Ilgner-Förderanlagen das Schwungrad durch eine ausrückbare Kupplung mit dem Motorgenerator verbunden ist, so daß in den größeren Betriebspausen sowie an den Sonn- und Feiertagen der Umformer ganz abgestellt werden kann, da er im Bedarfsfalle ohne Schwungrad in wenigen Sekunden auf volle Drehzahl zu bringen, also betriebsbereit zu machen ist. Ohne Schwungrad aber läßt sich mit einer auf 50—40 % verminderten Geschwindigkeit bequem fahren, und sie genügt für die wenigen Züge, die in den Pausen vorkommen. Ein Arbeitsverlust tritt also in den großen Pausen überhaupt nicht mehr auf. Zu berücksichtigen ist ferner, daß ein Kraftwerk, das auch die gesamte Förderung zu betreiben hat, weniger Dampf für die erzeugte KW.St. verbraucht, als ein kleineres Kraftwerk, das nur elektrische Arbeit für die übrigen Betriebe erzeugt, denn je größer ein Kraftwerk ist, desto wirtschaftlicher arbeitet es. Es wird also bei Anschluß der Fördermaschine an das Kraftwerk eine wesentlich Dampfersparnis für die übrigen Betriebe erzielt, und diese Ersparnis darf natürlich nicht vernachlässigt werden.

Weiter ist es überhaupt nicht richtig, kurzer Hand die erzielten oder berechneten Dampfverbrauchszahlen zu vergleichen, nicht der Dampf wird bezahlt, sondern das Brennmaterial unter dem Kessel. Die Kesselanlage ist aber bei der elektrischen Förderanlage annähernd gleichmäßig belastet, muß also mit bestem Wirkungsgrade arbeiten, während die Dampfentnahme der Dampffördermaschine der stark veränderlichen Leistung entsprechend schwankt. Sie steigt in der Anfahrperiode auf einige 1000 PS und ist in den Pausen gleich Null. Selbst wenn man Kessel mit großem Dampfraum nimmt, so ist es doch nicht denkbar, daß diese bei der starken Veränderlichkeit der Dampfentnahme genau so wirtschaftlich arbeiten wie bei einer fast gleichmäßigen Entnahme. Ein Unterschied von wenigstens 10 % tritt sicherlich auf, genaue Versuche hierüber fehlen leider noch.

Es ist ferner oft möglich, die Betriebszeiten der einzelnen auf der Grube arbeitenden Maschinen so zu legen, daß das Kraftwerk günstig, d. h. mit voll belasteten Maschinen arbeitet, welche Einteilung ohne den elektrischen Antrieb der Fördermaschine nicht immer in dem gleichen Maße zu erreichen ist. Die Anlage der Zeche de Wendel ist gerade hierfür bemerkenswert. Die große Wasserhaltung mit einem Kraftbedarf von 480 PS wird in der Nachtschicht, die Kohlenwäsche an denjenigen Tagesstunden, wo die Förderung nur schwach geht, betrieben, z. B. des Morgens von 5—6, Mittags von 1—3, so daß im Kraftwerk in der Regel nur die 1200 PS-Maschine, diese aber mit annähernd voller Belastung laufen kann. In der ersten Zeit der Inbetriebsetzung der Anlage, als die Fördermenge noch geringer war wie heute, war es sogar möglich, die Wasserhaltung ebenfalls bei Tage zu betreiben, so daß die 1200 PS-Maschine nur während der Tagesstunden in Betrieb zu sein brauchte und in der Nachtschicht die kleine 90 PS-Dampfmaschine imstande war, den erforderlichen Gleichstrom für die Beleuchtung der Zechenanlagen sowie den Drehstrom zum Betriebe des Ventilators usw. abzugeben. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß dabei in der Nacht-

schicht eine große Zahl der im Betriebe befindlichen Kessel vollständig abgedämpft werden konnte. Wenn in den Zeiten des Stillstandes der Wasserhaltung das Kraftwerk mit schwach belasteten Maschinen laufen müßte, was ja der Fall wäre, wenn die Fördermaschine mit Dampf betrieben würde, so würde der auf die KW.St. entfallende Dampfverbrauch selbstverständlich viel ungünstiger sein. Beim kritischen Vergleich zwischen Dampffördermaschine und elektrischer Fördermaschine spielen selbstverständlich die Anlagekosten mit die wichtigste Rolle. Daß sie bei letzterer höher als bei ersterer sind, soll nicht geleugnet werden, doch wird der Unterschied von Vertretern der Dampffördermaschinen bedeutend höher dargestellt, als er gegenwärtig wirklich ist. Durch Vervollkommnung und Vereinfachung der Fördermotoren, der Steuerdynamos usw. wie dadurch, daß man es ermöglichte, Schwungradumformer mit höherer Drehzahl als bei den ersten Anlagen zu bauen, ist es gelungen, die Anlagekosten herabzusetzen. Weiter wird sehr oft der Fehler gemacht, daß beim Vergleich für beide Maschinengattungen gleiche Höchstleistung, in PS gerechnet, zugrunde gelegt wird, während sich aber mit einer elektrischen Maschine von gleicher Höchstleistung wie eine Dampfmaschine infolge der kürzeren Anfahrtsdauer und Umlaufszeit in der Regel eine größere stündliche Fördermenge erreichen läßt, als bei einer Dampffördermaschine erzielt werden kann. In der Regel muß also die höchste Leistung der Dampffördermaschine größer genommen werden als diejenige der elektrischen Maschine, sei es durch Wahl einer größeren Geschwindigkeit oder durch größere Wagenzahl pro Hub, um die gleiche Wagenzahl pro Stunde zu erreichen. Bei Vergleich der Anlagekosten ist für die elektrische Maschine auch der auf sie entfallende Anteil an den Kosten des Kraftwerkes in Anrechnung zu bringen, wobei von dem mittleren Verbrauch der Förderanlage auszugehen ist. Da nun aber, wie das Beispiel von de Wendel zeigt, die Förderanlage sehr oft zusammen mit der Wasserhaltung oder anderen großen Sekundäranlagen arbeiten kann, so ist meistens nicht der ganze, dem Verbrauch als Förderanlage entsprechende Teil in Rechnung zu setzen, sondern ein geringer Teil. Ferner ist zu berücksichtigen, daß die Anlagekosten eines Kraftwerkes mit Anschluß der Förderanlage nicht im Verhältnis des Mehrverbrauches an Arbeit stehen, beispielsweise ist ein Kraftwerk von 1500 PS nicht 50% teurer als ein solches von 1000 PS, sondern nur etwa 25—30%, und allein dieser Unterschied kann für den Verbrauch in Frage kommen. Meistens wird er aber zum großen Teil wieder aufgewogen durch die Ersparnis an den Kosten der Kessel, der Rohrleitungen usw., da hierfür bei der Dampfförderanlage natürlich größere Aufwendungen zu machen sind als bei der elektrischen Maschine. Ferner ist zu beachten, daß die Kosten einer guten Dampffördermaschine in den letzten Jahren durch die eingeführten Verbesserungen gewachsen sind.

Gute, moderne Zwillingstandemmaschinen, die allein für den Wettbewerb mit der elektrischen Maschine in Frage kommen können, sind erheblich teurer als die alten Zwillingsfördermaschinen. Auch ist, da der oben erwähnte niedrige Dampfverbrauch nur bei Anschluß an eine Zentralkondensation zu erreichen ist, eine der Größe der Förderanlage entsprechende Summe als Anteil der Zentralkondensation beim Vergleich der Anlagekosten einzusetzen, wie auch für die Betriebskosten ein entsprechender Anteil an den Betriebskosten der Zentralkondensation in Betracht zu ziehen ist. Ferner wird bei den modernen Dampffördermaschinen mit hohem Dampfdruck und überhitztem Dampf gearbeitet, es sind also auch modernere kostspielige Kesselanlagen und Überhitzer nötig, was beim Vergleich der Anlagekosten gleichfalls zu berücksichtigen ist. Zieht man alle diese Gesichtspunkte in Betracht, so stellt sich der Unterschied nicht annähernd so groß, wie er von den Vertretern der Dampffördermaschinen vielfach angegeben wird.

Endlich wirkt die oben erwähnte Überlegenheit der Sicherheitsvorrichtungen, sowie ferner auch die Beseitigung der Ungleichmäßigkeiten im Drehmoment während einer Umdrehung, die bei einer Kolbenkraftmaschine nicht zu vermeiden sind, aber die Haltbarkeit des Seiles und die Sicherheit gegen Seilgleiten ungünstig beeinflussen, auf die Wirtschaftlichkeit der Förderanlage gleichfalls günstig ein, wenn auch diese Faktoren ziffernmäßig nicht gut in Rechnung zu stellen sind.

Als Endergebnis kann unbedenklich gesagt werden, daß bei Vollständigkeit und Richtigkeit des Vergleiches eine elektrische Förderanlage in fast allen Fällen, ob es sich nun um eine Grube, die die Kohlen kaufen muß, oder um eine Kohlengrube selbst handelt, der Dampffördermaschine wirtschaftlich überlegen und ihr daher nach jeder Richtung hin vorzuziehen ist.

Zentralkondensationsanlage.

Die Anlage einer Zentralkondensation in Verbindung mit den vorhin beschriebenen Primär-Dampfmaschinen von 1200 und 2400 PS, der 90 PS-Erregermaschine und des weiter unten zu erwähnenden Luftkompressors ergab sich, um bei diesen Maschinen auf wirtschaftlich günstige Dampfverbrauchsziffern zu kommen, naturgemäß von selbst. Da hinreichende Kühlwassermengen durch Bache, Teiche od. dgl. in der Örtlichkeit nicht vorhanden waren, so konnte nur ein System mit Wasserrückkühlanlage in Frage kommen. Man entschied sich nun für eine Zentralgegenstromoberflächen-Kondensationsanlage der Westf. Maschinenbauindustrie Moll & Cie. in Neubeckum und disponierte die Anlage derart, daß zunächst ein Satz von 12500 kg Stundendampf zur Aufstellung gelangte, während ein zweiter Satz von 20000 kg Stundendampf gegenwärtig in der Montage begriffen ist. Man ist somit in der Lage, für den Nachtbetrieb den kleinen Satz und für den Tagesbetrieb den großen Satz mit günstigster Belastung voll auszunutzen, nämlich einmal bei Anschluß der 1200 PS-Maschine mit rund 7800 und bei gleichzeitigem Anschluß des Kompressors mit rund 4200 kg niederzuschlagendem Dampf in Summa 12000 kg, und das andere Mal bei Anschluß der 2400 PS-Maschine mit 15600 kg und des Kompressors mit 4200 kg in Summa 19800 kg Stundendampf.

Müssen aber später einmal zwei Primärmaschinen zu je 2400 PS und der Kompressor zusammen betrieben werden, so ergeben sich $2 \cdot 15600 + 4200 = 35400$ kg Niederschläge, wofür beide Kondensationsstöße bei geringer Überlastung zusammenzuarbeiten hätten. Die Anlage bietet somit auch noch einen wesentlichen Spielraum für die Zukunft und ist demnach in jedem einzelnen Falle vorteilhaft ausgenutzt.

Sie besteht den Hauptteilen nach aus dem Zentralkondensationspumpwerk, dem Gegenstromoberflächenkondensator, dem Dampfentöler, verbunden mit einem Wassersammler, der Wasserrückkühlanlage (Kaminkühler) sowie dem Kondensatmachreinigungsbassin. Das Zentralkondensationspumpwerk besteht aus der Kühlwasserpumpe, der Luftpumpe sowie der Kondensat- und Ölwasserpumpe.

Der Antrieb der gesamten Pumpenanlage geschieht durch zwei Asynchrondrehstrommotoren von 44 bzw. 60 PS, 3000 Volt Spannung, 570/580 Umdr. in der Minute mit einem Wirkungsgrad von 0,86 und 0,91, einer Phasen-

verschiebung cos $\varphi = 0{,}85$ und 0,91; die Riemscheiben dieser Motoren haben 420 mm Durchm. und 360/450 mm Breite. Die Antriebsscheibe auf der Kurbelwelle ist bei den Anlagen als Massenschwungrad ausgebildet. Durch ein Kurbeltriebzeug werden die Luftpumpe, Kühlwasserpumpe und die tief stehende Kondensat- und Ölwasserpumpe angetrieben, die Luftpumpe ist eine trockene Drehschieberluftpumpe mit Überströmkanälen. Der Zylindermantel hat Wasserkühlung. An die durchgehende Kolbenstange ist die Wasserpumpe gekuppelt, diese ist eine Plungerpumpe mit Gruppenventilen und mit großen Saug- und Druckwindräumen.

Die Dimensionen der Pumpenanlage sind für den Kondensationssatz für

	Stundendampf	
	12 500 kg	20000 kg
Luftzylinderdurchmesser . . .	440 mm	510 mm
Wasserzylinder	370 »	430 »
Gemeinsamer Hub	500 »	600 »
Huhvolumen d. Kondensatpumpe	21 cbm	34 cbm
» der Ölwasserpumpe	10 »	16 »
Drehzahl	70/Min.	70/Min.
Plungerdurchmesser der Kondensatpumpe	180 mm	225 mm
Hub derselben	200 »	250 »
Plungerdurchmesser der Ölwasserpumpe	155 »	180 »
Hub derselben	130 »	250 »

Die Kondensat- und Ölwasserpumpen, welche vom Kurbelzapfen aus angetrieben werden, sind einfach wirkend und ebenfalls mit Gruppenventilen ausgerüstet. Diese Pumpen sind auf gemeinsamer Grundplatte aufgestellt.

Alle Gruppenventile sind aus Phosphorbronze hergestellt und durch verkupferte Stahlfedern belastet.

Der Gegenstromoberflächenkondensator von 375 bzw. 600 qm Kühlfläche besteht aus einem schmiedeeisernen Mantel, welcher durch zwei schmiedeeiserne Platten, dem Rohrboden, geschlossen ist. In diesem Rohrboden sind eine große Anzahl dünner Messingröhren von 50 mm l. Durchm. durch Stopfbüchsenverschraubungen derart befestigt, daß eine Längenausdehnung derselben und ein Undichtwerden ausgeschlossen ist. Der Kondensator ist durch Scheidewände in drei Kammern geteilt, damit der seitlich einströmende Dampf gezwungen ist, einen dreimaligen Weg zu durchlaufen, und zwar entgegengesetzt dem durchströmenden Wasser. Das den Dampf niederschlagende Kühlwasser tritt in diejenige Kammer ein, wo die Luft von der Luftpumpe abgesaugt wird, das Warmwasser dagegen fließt bei Eintritt des Abdampfes aus, die Luft hat somit das kleinste Volumen, das Wasser die höchste Temperatur erreicht, was in ersterem Falle zu kleinsten Abmessungen der Luftpumpe, im zweiten Falle zu vollkommener Ausnutzung der Wärmemenge des Kühlwassers führt.

Die Dampfentölungsvorrichtung für eine stündliche Dampfmenge von 32 500 kg besteht aus zwei schmiedeeisernen Kesseln, welche durch je zwei Böden geschlossen sind, und einem inneren Ausbau, welcher teils vertikal, teils horizontal angebracht ist. Die Rückkühlanlage besteht aus einem Turm (Kamin) für eine stündliche Leistung von 975 cbm mit oberirdischer Wasserzirkulation und innerem Ausbau, der eigentlichen Rieselkühleinrichtung. Der Turm ist ganz aus Holz hergestellt, das Gerüst aus Rundholzmasten mit Diagonalverstrebungen aus gesehnittenem Holz. Das Äußere des Turmes ist durch geschmackvolle Verzierung ausgestattet, so daß das Ganze einen gefälligen Eindruck auf den Beschauer hervorruft. Unter dem Turm sind eine Anzahl Lufteintrittsöffnungen an geeigneten Stellen vorgesehen, welche der zur Wasserkühlung erforderlichen Luft den Eintritt in den Kamin gestatten. Der Kaminkühler steht auf einem Fundament, dem Kaminkühlerbassin, welches in Mauerwerk ausgeführt ist. Der innere Ausbau besteht aus einer großen Anzahl übereinanderliegender, versetzt angeordneter Rieselkörper mit darüber liegender Wasserverteilung, welch letztere aus einem hölzernen Trog mit seitlich eingebohrten Löchern besteht, unter welchem sich eine große Anzahl Verteilungsrinnen befinden, die das zu kühlende Wasser gleichmäßig über die ganze Oberfläche verteilen. Für die Luftzufuhr nach dem Kern der Kühleinrichtung sind an geeigneten Stellen Luftschächte angeordnet, welche über die Wasserverteilung hinausreichen. Über den Luftschächten sind verstellbare Klappen angebracht, um je nach den Witterungsverhältnissen einen mehr oder minder starken Luftzug in der Rieselkühleinrichtung zu erzeugen. Durch dieselbe wird neben dem durch den Kamin herbeigeführten vertikalen Luftzug durch die Schächte auch eine starke horizontale Luftzirkulation hervorgerufen, wodurch eine außerordentlich tiefe Kühlung des Wassers erzielt wird. Die sich durch die Verdunstung entwickelnden leichten Wasserdämpfe werden in einer Höhe von 20 m abgeführt.

Das Kondensatnachreinigungsbassin besteht aus zwei nebeneinanderstehenden schmiedeeisernen Bassins. In dem ersten Bassin, in welches das zu reinigende Wasser eintritt und welches aus praktischen Gründen höher als das zweite Bassin gebaut ist, ist zum Abschöpfen der in dem Wasser noch enthaltenen Ölpartikelchen eine Senkschale in Höhe des Wasserspiegels angebracht. Das zweite Bassin ist durch eine Längswand in zwei Abteilungen geteilt, jede dieser beiden Abteilungen ist wiederum durch zwei Querwände in drei Kammern geteilt, in welchen sich Filter befinden, und zwar bestehen die ersten beiden Filter aus Holzwolle und Koks, welche in Säcke gefüllt sind, das dritte Filter aus Schwämmen. Durch die oben erwähnten beiden Abteile, deren jedes mit dem ersten Bassin durch einen Schieber verbunden ist, wird ermöglicht, daß bei einer ev. Reinigung oder Erneuerung der Filter jedes Abteil für sich arbeiten kann. Die Arbeitsweise der Kondensation ist folgende:

Der niederzuschlagende Dampf gelangt durch die Hauptabdampfleitung von 1000 mm l. Durchm. zuerst in den Wassersammler, in welchem das mit dem Dampf etwa fortgerissene Wasser abgesondert wird; in dem Deckel dieses Wassersammlers ist ein Sicherheitsventil eingebaut, so daß die an die Hauptabdampfleitung angeschlossenen Maschinen auch mit Auspuff arbeiten können. Von diesem Wassersammler gelangt der Dampf durch einen Hauptabsperrschieber in den Dampfentöler und von hier aus in den stehenden Oberflächenkondensator. Das Öl wird durch die Ölwasserpumpe kontinuierlich abgesaugt und in das Ölwassersammelbassin geleitet, wo wiederum Öl und Ölwasser getrennt werden. Der entölte Dampf tritt in den Kondensator.

Die aus dem Dampf sich ausscheidende Luft wird durch die Luftpumpe, das Kondensat durch die Kondensatpumpe kontinuierlich abgesaugt. Letztere drückt das Kondensat in das Nachreinigungsbassin. Von der oberen Wasserkammer des Kondensators fließt das Kühlwasser auf die Berieselung des Kaminkühlers und wird hier selbst wieder gebrauchsfähig abgekühlt. Dieses kalte Wasser sammelt sich in dem Kühlwasserbassin, von welchem es in das Vorbassin gelangt. Aus diesem saugt die Kühlwasserpumpe das Wasser ab, um es wieder in den Kondensator zu drücken und den beschriebenen Weg wiederholen zu lassen.

Die von der Lieferantin eingegangenen Garantien, mit der Anlage ein Vakuum von 85% des jeweilig

herrschenden Barometerstandes zu erzielen, sowie ein praktisch ölfreies Kondensat, und zwar, daß der Ölgehalt nicht über 0,005 g im Liter beträgt, sind durch Versuche als erfüllt festgestellt worden.

Fig. 52 zeigt den 12500 kg Stundensatz mit Elektromotor.

Luftkompressor.

Es ist vielfach die Frage aufgeworfen, warum auf der Zeche de Wendel mit dem Luftkompressor, der mit Dampf angetrieben wird, allein eine Ausnahme gemacht worden sei, während doch im übrigen die Betriebsmaschinen ausschließlich mit elektromotorischem Antriebe versehen seien.

Der Grund hierfür lag zunächst in dem Wunsche, den Kompressor unabhängig von der Fertigstellung des Kraftwerkes schon baldmöglichst in Betrieb zu haben, um bei dem maschinellen Bohrbetriebe unter Tage bei

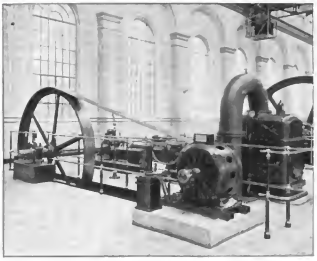


Fig. 52. Ansicht der Kondensationsanlage für eine Stundenleistung von 12500 kg Dampf.

Fig. 53. Inneres des Kraftwerkes. Im Vordergrund der Luftkompressor.

den Ausrichtungsarbeiten die nötige Druckluft zur Verfügung zu haben. Anderseits ging man aber auch davon aus, daß es keinen Zweck habe, die von der Dampfmaschine geleistete Arbeit zunächst in elektrische umzuwandeln, anstatt sie direkt auf den Kompressor wirken zu lassen. Die Umsatzverluste sind immerhin nicht unbeträchtlich, und man kann annehmen, daß der Gesamtwirkungsgrad bei einem direkt mit Dampfmaschine angetriebenen Kompressor gegenüber einem mit Elektromotor angetriebenen sich wie 0,85 : 0,77 verhält. Das Moment, daß die großen Primärdampfmaschinen mit günstigerem Dampfverbrauch als kleinere Dampfmaschinen arbeiten, kann in vorliegendem Fall auch nicht eingewendet werden, denn für den vorliegenden Fall kam eine so große Dampfmaschine in Frage, daß dieselbe fast mit genau demselben günstigen Dampfverbrauch arbeitet wie die Primärmaschine. Da alle anderen Betriebsmaschinen, wie schon erwähnt, elektromotorisch angetrieben sind und somit von dem Kraftwerk abhängen, so fiel auch das Moment weg, den Kompressor etwa zur Erzielung einer größeren Grundbelastung für das Kraftwerk durch einen Elektromotor anzutreiben. Aus allen diesen Erwägungen heraus entschied man sich für einen zweistufigen, von der Firma Rud. Meyer in Mülheim-Ruhr gelieferten Luftkompressor, Fig. 53, gekuppelt mit einer Verbundventildampfmaschine. Die Dampfzylinder haben einen Durchmesser von 625 und 950 mm, die Luftzylinder einen solchen von 600 und 900 mm, der gemeinschaftliche Kolbenhub beträgt 1000 mm. Der Kompressor saugt normal bei 70 Umdr. in der Minute stündlich 5075 cbm Luft von atm. Spannung an und verdichtet dieselbe auf 7 Atm. Überdruck, maximal bei 85 Umdr. in der Minute 6130 cbm. Die Dampfmaschine leistet hierbei 530—545 PSi bei einem Dampfverbrauch von 6,6 kg pro PSi St., so daß 10 cbm stündlich angesaugte und auf 7 Atm. verdichtete Luft mittels 1,04 bis 1,065 PS erzeugt werden. Es ist hierbei vorausgesetzt, daß der Dampfüberdruck vor dem Dampfabsperrventil 9 Atm., die Überhitzung im Kesselhaus 75° und beim Anschluß an die Zentralkondensation das Vakuum mindestens 80% am Niederdruckdampfzylinder beträgt. Der garantierte mechanische Wirkungsgrad der Maschine beträgt bei der genannten Leistung 88% und der volumetrische Wirkungsgrad 96,5%. Die Dampfmaschine besitzt am Hoch- und Niederdruckzylinder zwangläufige Ventilsteuerung (Patent Widmann) und wird von einem Leistungsregulator (Patent Weiß) beherrscht. Die Verstellung der Drehzahl beträgt 85—30 Umdr./Min. Die Steuerung des Niederdruckdampfzylinders ist so eingerichtet, daß sie sowohl von Hand als auch vom Regulator betätigt werden kann. Die Dampfzylinder sowie die Dampfzylinderdeckel sind mit Heizung versehen. Die Luftzylinder haben Oberflächen-, Mantel- und Deckelkühlung. Die Steuerung bei beiden Luftzylindern besteht aus den freigängigen Meyerschen Plattenringventilen. Die Plattenventile sind aus Sägeblattstahl gefertigt und werden mittels im Ventilsitz eingeschraubter Stifte reibungslos geführt. Der zwischen Niederdruck- und Hochdruckzylinder angeordnete Röhrenzwischenkühler von 64 qm Kühlfläche, in dem die Luft ungefähr auf Anfangstemperatur zurückgekühlt wird, ehe sie in den Hochdruckzylinder eintritt, liegt unter Maschinenhausflur. Der Luftzylinder jeder Kompressorseite ruht, wie auch der Dampfzylinder und der hintere Bajonettrahmenfuß, auf einer gemeinsamen, sehr starken gußeisernen Fundamentplatte. Außerdem ist der Luftzylinder mit dem Dampfzylinder mittels einer starken Laterne, die behufs bequemer Demontage zweiteilig ist, verbunden. Die Kurbelwellenlager besitzen vierteilige nachstellbare Lagerschalen aus Stahlguß mit Weißmetallausfütterung. Die

Stahlgußlagerschalen der Kurbelzapfenlager besitzen ebenfalls Weißmetallausfütterung, während die Kreuzkopfzapfenlagerschalen aus Phosphorbronze hergestellt sind. Die Kolben der Dampf- und Luftzylinder sind sehr breit, aber doch möglichst leicht aus Gußeisen in Hohlguß hergestellt und mit selbstdichtenden Ringen aus gleichem Material versehen. Das Schwungrad besitzt ein Handschaltwerk. Die Rohranschlüsse sind so angeordnet, daß mit der Hoch- oder Niederdruckseite, falls eine derselben defekt sein sollte, allein gearbeitet werden kann.

Die Stopfbüchsen sind sämtlich mit Metallpackung versehen. Für die Luftsteuerung hat die Lieferantin eine Garantie von 3 Jahren übernommen.

Der Kompressor, der sich durch eine frappante Einfachheit auszeichnet, hat in der bis jetzt $3\frac{1}{2}$jährigen ununterbrochenen Betriebszeit zu keinerlei Anständen Veranlassung gegeben und kann daher in Reparatur und Wartung als eine äußerst einfache und billige Maschine bezeichnet werden.

Ventilatoren.

Im Kraftwerk haben schließlich auch die mit elektrischem Antrieb ausgerüsteten Ventilatoren Aufstellung gefunden. Bei der Wahl des Systems entschied man sich wegen der bei der großen Teufe der Grube erforderlichen ganz bedeutenden Wettermengen für den zweiseitig saugenden Capellventilator und brachte deren gleich zwei von je 5000 mm Flügeldurchmesser und 1600 mm Flügelradbreite zur Aufstellung, von denen der eine Reserve für den anderen bildet. Die Ventilatoren sind von der Firma R. W. Dinnendahl A.-G. in Steele an der Ruhr geliefert, und einer derselben wird durch Fig. 54 veranschaulicht. Jeder dieser Ventilatoren ist imstande, bei 250 Umdr. in der Minute mindestens 10000 cbm Wetter bei 300 mm Depression, im Saugkanal gemessen, abzusaugen. Sie sollen aber auch jeder 11—12000 cbm bei entsprechender Depression zu liefern vermögen. Bei 10000 cbm beträgt die Luftleistung 666,6 PSe, entsprechend einer Motorleistung von höchstens 800 PS. Die Ventilatoren sind, wie schon bemerkt, zweiseitig saugend konstruiert, ihre Achse ist kräftig gehalten und hat in ihrem mittleren Teil 500 mm Durchm. Die Achse läuft in zwei langen schweren Lagern mit reichlich bemessenen Weißmetallschalen. Die Lager besitzen Ringschmierung und geräumige Olkammern mit Ölstandszeigern und ruhen auf schweren Gußralmen,

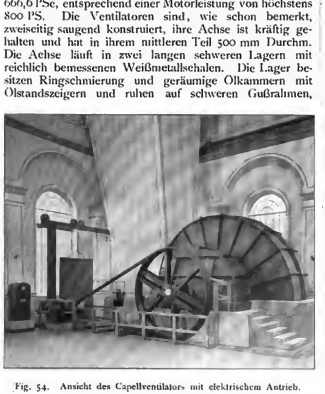


Fig. 54. Ansicht des Capellventilators mit elektrischem Antrieb.

Tabelle I.

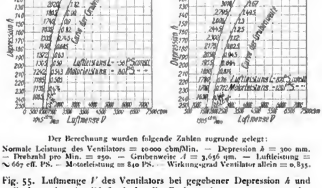
Konstante Motorleistung = 80 PS
(1150 Volt Drehstrom).
Drehzahl des Ventilators hierzu
= 110 pro Min.

Die Tabelle gibt die bei gegebener Depression h und Grubenweite A sich ergebende Luftmenge in cbm pro Min. an. Die Motorleistung ist hierbei konstant = 80 PS.

Tabelle II.

Konstante Motorleistung = 120 PS
(1150 Volt Drehstrom).
Drehzahl des Ventilators hierzu
= 130 pro Min.

Die Tabelle gibt die bei gegebener Depression h und Grubenweite A sich ergebende Luftmenge in cbm pro Min. an. Die Motorleistung ist hierbei konstant = 120 PS.



Der Berechnung wurden folgende Zahlen zugrunde gelegt:
Normale Leistung des Ventilators = 10000 cbm/Min. — Depression h = 300 mm. — Drehzahl pro Min. = 250. — Grubenweite A = 3,656 qm. — Luftleistung = 667 eff. PS. — Motorleistung = 800 PS. — Wirkungsgrad Ventilator-Motor = 0,835.

Fig. 55. Luftmenge V des Ventilators bei gegebener Depression h und Grubenweite A. (Maßstab für die Grubenweite 2,5 mm = 1 qm.)

welche gleichzeitig das Gehäuse des Ventilators tragen. Der untere Gehäusteil sowie die Hauben über den Saugkanälen sind aus 6 mm starken Stahlblechen hergestellt und mit den nötigen Eisenversteifungen versehen. Der mit dem Gehäuse verbundene Auswurftrichter besteht aus einem starken Gerippe in Eisenkonstruktion, welches mit Moniermasse ausgestampft ist. Diese Konstruktion ist sehr stabil und sieht nebenbei, wie die Fig. 54 erkennen läßt, sehr geschmackvoll aus. Die Ventilatoren stehen rechts und links am Eingang in dem Kraftwerk direkt über dem Wetterkanälen, welche von Schacht Robert aus unter Zechenplatzflur an das Maschinenhaus anschließen. Die in den Kanal hineinragenden Gehäuse werden durch eingebaute kräftige Träger gestützt, die weiten Trichter stehen an beiden Giebelwänden und sind so hoch geführt, daß sie über das Dach des Maschinenhauses emporragen und dabei dem Giebel des Gebäudes noch einen gewissen architektonischen Abschluß verleihen.

Der Laufkran des Maschinenhauses vermag infolge dieser Anordnung der Ventilatoren auch die später mit den Ventilatoren direkt zu kuppelnden Motoren zu beherrschen. Zur Abstellung des einen oder des anderen Ventilators stehen im Innern des Gebäudes vor dem Diffusor für jeden Ventilator zwei Umschaltschieber, also zwei rechts und zwei links. Die Bewegung dieser Schieber geschieht durch Wandwinden. Die Flügelräder der Ventilatoren sind aus gerade gestreckten Kruppsehen Stahlblech, genau kreisrund und sehnurgerade laufend gefertigt. Die mittlere Blechscheibe besitzt 9 mm starke Bleche, während die äußeren Blechringe aus 7 mm und die Schaufeln aus 5 mm starken Blechen gefertigt sind. Die Naben und Sterne der Flügelräder bestehen aus bestem Stahlfassonguß. Die Räder haben seitlich vorstehende abgedrehte schmiedeeiserne Dichtungsringe, welche in genau ausgedrehten, gußeisernen Ringen rotieren. Sie stellen eine vollkommene Abdichtung zwischen den Kanälen und dem Auswurftrichter her. Diese Gußringe sind auf dem vorerwähnten Fundamentrahmen montiert.

Zu jedem Ventilator gehört ein selbstregistrierender Depressionsmesser für Depressionen bis zu 400 mm für eine siebentägige Laufzeit, eingerichtet mit Uhr, Registriervorrichtung und Kontrollmanometer

Die oben genannte Ventilatorleistung ist naturgemäß in der ersten Zeit für eine neue Grube nicht erforderlich, sondern wird erst nach und nach mit der zunehmenden Erweiterung des Grubenbetriebes nötig. Bei der Projektierung des elektrischen Antriebes der Ventilatoren war daher die Frage zu untersuchen, in welcher Weise zweckmäßig die Drehzahl zunächst so weit heruntergesetzt werden könnte, daß nur die vorläufig benötigte Wettermenge bei entsprechend geringerer Depression geleistet würde. Nach Prüfung der verschiedenen hierfür in Frage kommenden Lösungen entschied man sich für die einfachste und billigste, die darin bestand, daß zunächst nicht Motoren für die größte, bei voller Ventilatorleistung benötigte Stärke genommen und unmittelbar mit den Ventilatoren gekuppelt wurden, sondern kleinere Motoren, die die Ventilatoren mittels Riemen antreiben. Die Riemenübersetzung ist so gewählt, daß die Drehzahl der Ventilatoren wesentlich geringer ist als bei voller Belastung, und dementsprechend sind auch die Wettermenge und die Depression geringer.

Die Leistung der zunächst aufgestellten Motoren beträgt 80 bzw. 125 PS. Sie arbeiten wie die meisten übrigen Motoren unmittelbar mit der in dem Kraftwerk erzeugten Spannung von 3000 Volt und machen 750 Umdr. in der Minute. Die bei dieser Motorleistung zu leistende Wettermenge ergibt sich bei bestimmter Depression und äquivalenter Grubenweite aus der Tabelle I und II der Fig. 55. Wenn später die benötigte Wettermenge soweit gestiegen ist, daß die Drehzahl der Ventilatoren gesteigert werden muß und die jetzigen Motoren die alsdann benötigte Leistung nicht mehr hergeben können, sollen sie gegen größere ausgetauscht und dann selbst an anderer Stelle auf der Grube verwendet werden.

(Schluß folgt.)

Kleine Nachrichten.

Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft.

Über den elektrischen Kraftbetrieb in den beiden Hauptwerken der Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke sind uns von der genannten Firma einige Angaben zugegangen, die wohl weiteres Interesse beanspruchen dürfen und uns zu folgenden Mitteilungen Veranlassung geben.

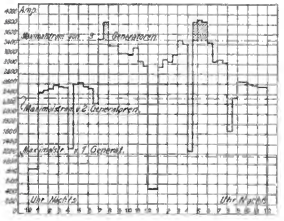


Fig. 56.
Belastungslinie des Kraftwerkes im Carlswerk zu Mülheim a. Rh. (Größte Tagesleistung am 12 Dezember 1905 = 34890 KWSt.)
Tagesschicht im Mittel etwa 3200 Amp.
Nachtschicht im Mittel etwa 2500 Amp.

In dem elektrischen Kraftwerke des »Carlswerk zu Mülheim a. Rh. sind drei Kolbendampfmaschinen in Tandemanordnung von je 1000 PS mit je einer Drehstromdynamo für eine Nutzleistung von 650 KW aufgestellt. Die Generatoren erzeugen Drehstrom von 525 Volt verketteter Spannung bei 50 Perioden. Eine Dampfturbine von 2000 PS, direkt gekuppelt mit einer Drehstromdynamo für 1300 KW, ist seit Anfang d. J. in Betrieb. Die mögliche Höchstleistung des Kraftwerks beziffert sich hiernach auf 3250 KW.

In der Schaltanlage sind die Sammelschienen für den Licht- und Kraftbetrieb von den Maschinensammelschienen abgezweigt. Sämtliche Kabel sind als offene Ausläufer-Leitungen ausgebildet, doch wird beabsichtigt, die Kabel für Kraft später zu schließen. Die einzelnen Kabel für Licht werden mit Wechselstrom betrieben und können zwecks Einstellung gleicher Belastung der Phasen im Kraftwerke je nach Bedarf auf beliebige Phasen umgeschaltet werden. Um die zweckmäßigste Spannung für Beleuchtung zu gewinnen, wird in einzelnen über das Werk verteilten Transformatorenstationen die Spannung für Licht auf 110 Volt umgeformt.

Zur Beurteilung des Umfanges der Kraft- und Lichtverteilung

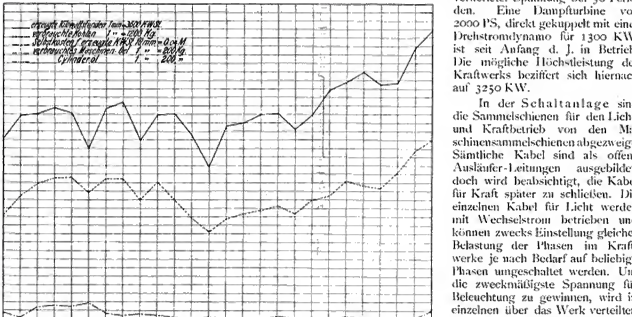


Fig. 57. Schaulinie der erzeugten und die Selbstkosten der KWSt. im Jahre 1905 nebst Verbrauch an Kohlen und Öl.

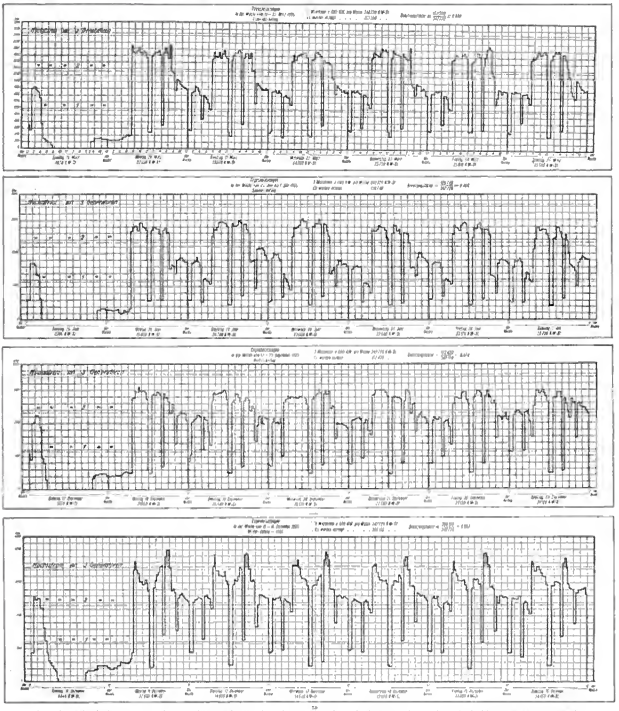


Fig. 58. Abschnitte aus der Jahresbelastungskurve des Kraftwerkes im »Carlswerk« der Felten & Guilleaume Lahmeyerwerke.

dienen folgende Einzelangaben. Für Lichtbetrieb sind im ganzen angeschlossen:

5400 Glühlampen à 16 NK
1300 » à 32 »
530 Bogenlampen à 16 Amp.
74 » à 30 »

Zur Bewältigung des Kraftbetriebes sind 184 Drehstrommotoren für 525 Volt im Werk aufgestellt, die zum Antrieb von bestimmten Maschinengruppen dienen. Die Motoren haben zusammen eine Leistung von 4218 PS, so daß also die mittlere Leistung eines Motors etwa 23 PS beträgt. An größeren Motoren sind vorhanden:

1 Motor à 400 PS
3 Motoren à 120 PS
8 » à 100 » } zusammen etwa 2000 PS.
1 Motor à 75 PS
7 Motoren à 60 PS

Über die Belastungsverhältnisse des Kraftwerkes gibt die graphische Zusammenstellung aus dem Jahre 1905 ein klares Bild. Aus Fig. 56 geht hervor, daß mit Tag- und Nachtschicht gearbeitet worden ist, aber die

Tagschicht nur etwa 30% mehr Strom brauchte als die Nachtschicht. Ganz besonderes Interesse darf die Schaulinie (Fig. 57) der erzeugten Kilowattstunde, für das ganze Jahr aufgestellt, beanspruchen. Nach derselben betragen die Selbstkosten der Kilowattstunde etwa 3 Pf. — das sind die Kosten für Kohle, Öl, Bedienung, Amortisation und Verzinsung der Anlagekosten usw. Zur Erläuterung der Fig. 57 sei noch folgendes bemerkt: Die Ordinaten sind in Abständen von zwei Wochen zu zwei Wochen auf der Abszisse, entsprechend den 14tägigen

Fig. 59. Gleichstrommaschine mit Kompensationswicklung der F. G. L.

Löhnungen und Abschlüssen, errichtet. Die Längen der Ordinaten geben dann den gesamten Kraft- und Ölverbrauch etc. während des 14tägigen Zeitabschnittes an, der dem jeweiligen Löhnungstage vorherging, so daß beispielsweise die Ordinate des 23. Juni die erzeugten Kilowattstunden für den Zeitabschnitt vom 9. bis 23. Juni mit 188000 KWSt. angibt. — Endlich muß man auch noch eine Übersicht über die Höhe der Leistungen des Kraftwerkes in den einzelnen Monaten haben und hierüber geben die Schaulinien der Wochen zu Frühlings-, Sommer-, Herbst- und Winteranfang Fig. 58 Aufschluß. Aus denselben ist der Einfluß der Beleuchtung ganz gut zu erkennen.

Es folgen nunmehr einige Angaben über das Elektrizitätswerk des Dynamowerkes in Frankfurt a. M.

In dem elektrischen Hauptkraftwerk des Dynamowerkes sind zwei stehende Kolbendampfmaschinen in Tandemanordnung von je 275 PS aufgestellt. Jede dieser Maschinen ist auf der einen Seite mit einer Gleichstromdynamo von 110 Volt und auf der anderen Seite mit einem Drehstromgenerator von 220 Volt verketteter Spannung direkt gekuppelt. Alle Maschinen laufen mit 150 Umdr. pro Min. und besitzen je eine Leistung von 100 KW.

Neben diesem Kraftwerk ist noch ein Hilfswerk vorhanden, das mit zwei Lokomobilen von je 100 PS und einer von 125 PS Leistung ausgerüstet ist. An diese sind Dynamos angeschlossen, die Gleichstrom von 110 Volt erzeugen.

Außerdem kam vor kurzem noch ein Umformerwerk in Betrieb, welches im Anschluß an das Städt. Elektrizitätswerk I in Frankfurt a. M. arbeitet und eine Gesamtleistung von ca. 500 KW hat. Die Maschinensätze dieses Umformerwerkes bestehen aus Synchron-Hochspannungsmotoren, die mit Gleichstromdynamos von 110 Volt Spannung direkt gekuppelt sind und mittels Riemen Drehstromgeneratoren von 220 Volt antreiben.

Die mögliche höchste Gesamtleistungsfähigkeit aller drei Stromerzeugungsstätten des Dynamowerkes beträgt mithin rd. 1100 KW.

Von den Maschinensammelschienen sind die Sammelschienen für den Licht- und Kraftbetrieb abgezweigt.

Am Lichtnetze sind angeschlossen:

1650 Glühlampen à 16 NK
3350 » à 10 »

Insgesamt also ca. 5000 Glühlampen und ca. 250 Bogenlampen von durchschnittlich 8 Amp.

Im Kraftbetrieb arbeiten folgende Motoren, und zwar sind alle Gleichstrommotoren für 110 Volt und alle Drehstrommotoren für 220 Volt bestimmt, entsprechend den Spannungsverhältnissen der Stromerzeugeranlage:

Zum Antrieb von Transmissionen dienen
3 Gleichstrommotoren von zusammen 22 PS und
33 Drehstrommotoren von insgesamt 270 PS.
Krane und Aufzüge werden durch
49 Gleichstrommotoren von in Summa 450 PS und
2 kleinen Drehstrommotoren in Tätigkeit gesetzt.

Besonders ausgedehnt ist in den Fabrikationswerkstätten der Einzelantrieb von Werkzeugmaschinen (feststehende und tragbare).

Es sind hierfür vorhanden:

179 Gleichstrommotoren von insgesamt ca. 560 PS und
113 Drehstrommotoren von zusammen ca. 267 PS Leistung.

Alles in allem sind im Dynamowerk also 379 Elektromotoren aufgestellt, die eine Gesamtleistung von etwa 1570 PS besitzen.

Für den Einzelantrieb, dessen große Vorzüge immer mehr erkannt und gewürdigt werden, werden jetzt vornehmlich die hierfür besonders geeigneten Gleichstromelektromotoren verwendet, welche die Gesellschaft für in weiten Grenzen regulierbare Drehzahlen baut. Es sind das die Motoren Modell *G* sowie die Maschinen mit Kompensationspolen und endlich auch die

Fig. 60. Normaler Gleichstrom-Zentratormotor der F. G. L.

Zentratormotoren. Die Konstruktion derselben wird durch die folgenden Abbildungen veranschaulicht (Modell *G*, Fig. 61 u. 62, Modell Kompensationspole Fig. 59, Zentratormotor Fig. 60). Zur Konstruktion der Motoren sei ganz kurz folgendes bemerkt:

Für eine große Reihe von Arbeitmaschinen, besonders von Werkzeugmaschinen, ist es unerläßliche Bedingung, die Drehzahlen entsprechend den verschiedenen zu bearbeitenden Werkstücken in weiten Grenzen verändern zu können. Die bekannten mechanischen Hilfs-

mittel, wie Stufenscheiben, Differentialgetriebe etc. konnten dieser Bedingung nur mit verhältnismäßig hohen Zeit- und Arbeitsverlusten genügen. Anderseits mußte man bisher bei größerer Drehzahlregulierung auf elektrischem Wege entweder zu mehr oder minder komplizierten Anord-

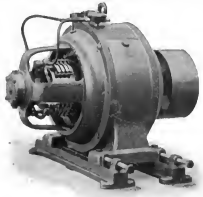


Fig. 61. Gleichstrom-Nebenschlußmotor mit Kompensationspolen.

nungen greifen (Mehrleiteranlagen, Zweikollektormotoren, besondere Reguliердynamos etc.), oder aber, wenn Hauptstromregulierung in Frage kam, ganz bedeutende Arbeitsverluste mit in den Kauf nehmen.

Es mußte deshalb ein Motor hergestellt werden, der, geeignet zum Antrieb der verschiedensten Arbeitsmaschinen, nicht nur eine wirtschaftliche Regulierung der Drehzahl in möglichst weiten Grenzen gestattet, sondern auch eine möglichst einfache Regulierungsanordnung und Bedienung besitzt.

Ein solcher Motor ist durch Anwendung von Kompensationspolen, welche, auch für Gleichstromdynamos unter besonders schwierigen Betriebsverhältnissen mit bestem Erfolg verwendet werden, geschaffen worden.

Kompensationspole sind kleine, zwischen den Hauptpolen angeordnete Hilfspole, deren Wicklung (Kompensationswicklung) meist als Hauptstromwicklung in Reihe mit dem Anker geschaltet wird. Durch die Kompensationsmagnete wird innerhalb der neutralen Zone ein besonderes magnetisches Feld geschaffen, dessen räumliche Ausdehnung und Stärke so bemessen wird, daß bei allen Belastungen und bei allen in Frage kommenden Geschwindigkeiten ein die funkenlose Stromabnahme gewährleistendes Kommutierungsfeld vorhanden ist. Durch ein

Fig. 62. Motorgehäuse mit Kompensationspolen.

solches Kompensationsfeld ist es möglich, unter Benutzung normaler Maschinenmodelle Felddänderungen und dadurch Geschwindigkeitsvariationen der Motoren in sehr weiten Grenzen zu erreichen, ferner auch bei Umkehrung der Drehrichtung mit konstanter Bürstenstellung zu arbeiten.

In Fig. 61 ist ein Elektromotor, der mit Kompensationspolen versehen ist, dargestellt, während aus Fig. 62 die Anordnung derselben deutlich ersichtlich ist.

Die Regulierung der neuen Motoren erfolgt ebenso wie bei gewöhnlichen Nebenschlußmotoren durch einen Nebenschlußregulator. Außer dem Regulator kann auch ein besonderer Anlasser angeordnet werden. Die Motoren werden mit veränderlicher Drehzahl bei gleichbleibender Leistung in drei verschiedenen Ausführungen, und zwar für Regulierung der Drehzahl in den Grenzen 1 : 3, 1 : 6 und 1 : 12 gebaut, jedoch lassen sich durch Kompensationspole Drehzahländerungen der Motoren auch darüber hinaus erreichen. Jede einmal einregulierte Drehzahl bleibt bei allen Belastungen konstant.

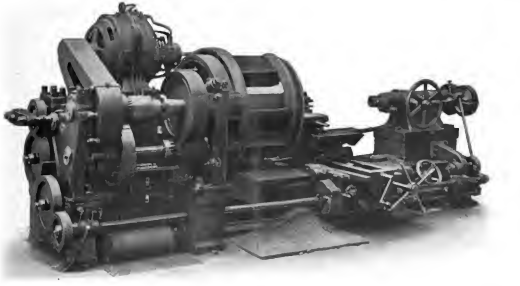


Fig. 63. Elektrischer Antrieb einer Supportdrehbank durch einen Gleichstrom-Nebenschlußmotor von 12 PS Leistung mit in weiten Grenzen regulierbarer Drehzahl.

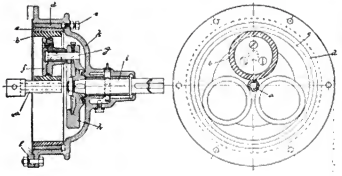


Fig. 64. Zentratorkuppelung der F. G. L.

In Fig. 63 ist eine Supportdrehbank von 650 mm Spitzenhöhe und 2000 mm Entfernung zwischen den Spitzen dargestellt, die zum selbsttätigen Lang- und Plandrehen eingerichtet ist und mit Schnelldrehstählen arbeitet. Der Antrieb erfolgt durch einen Gleichstrommebenschlußmotor (Modell G XII), der 12 PS leistet, und dessen Drehzahlen zwischen 300 und 900 veränderlich sind. Die Regelung der Drehzahlen wird durch einen Fahrschalter bewirkt, der, wie die Abbildung zeigt, an der Vorderseite des Bettes befestigt ist und direkt vom Support aus mittels Kurbel und einer längs des Bettes angebrachten Welle betätigt wird. Die Widerstände sind unterhalb des Spindelkastens im Inneren des Bettes, ein Umschalter zur Änderung der Drehrichtung an der Vorderseite des Bettes vorgesehen.

Ein weiteres Mittel, die Kleinmotoren für den Einzelantrieb direkt zu verwenden, ist die Anwendung der Zentratorkuppelung. Durch die sog. Zentratorkuppelung, ein patentiertes Reduktionsgetriebe, ist ein Bindeglied zwischen Elektromotor und Arbeitsmaschine geschaffen, welches die volle Ausnutzung der Vorteile des elektrischen Einzelantriebes auch bei solchen Arbeitsmaschinen ermöglicht, bei denen bisher die direkte Kuppelung durch Verschiedenheit der Drehzahlen von treibender und getriebener Welle ausgeschlossen war.

Aus der Verbindung der Kleinmotoren mit Kugellagern der F. G. L. und der Zentratorkuppelung, Fabrikat der Firma W. H. Hilger & Co., Maschinenfabrik, Bonn a. Rh., sind die Zentratorelektromotoren entstanden, bei denen die hohe Drehzahl des Ankers auf praktisch unmittelbar verwendbare Drehzahlen herabgemindert ist (Fig. 64).

Zur Erläuterung der Wirkungsweise der zur Verminderung der Motorgeschwindigkeit dienenden Zentratorkuppelung diene folgende Beschreibung:

Die schnellaufende Welle des Elektromotors trägt die Laufrolle *a* (s. Fig. 64). Um diese Laufrolle gruppieren sich drei bzw. vier Ringe *b* (je nach der Größe der Übersetzung). Den zur Übertragung der Umfangskraft notwendigen Flächendruck zwischen *a* und *b* vermitteln der aus Stahlguß gefertigte und schräg aufgeschlitzte Klemmring *c* und der gußeiserne Druckring *d*. Die Berührungsfläche dieser Ringe ist konisch. Vermittelst der am Umfange verteilten Druckschrauben *e* kann dalter der Klemmring *c* mehr oder weniger auf die Laufringe gepreßt werden, je nachdem der Druckring *d* seitlich verschoben wird. Durch das Rotieren der Ringe *b* nehmen die Leitrollen *f* unmittelbar an der Bewegung teil; gleichzeitig verhindert das Ineinandergreifen von *b* und *f* ein seitliches Verlaufen der Ringe *b*. Die Übertragung von Kraft und Bewegung mit nunmehr verminderter Umlaufsgeschwindigkeit durch die Mitnehmerbolzen *g* und durch die Mitnehmerscheibe *h* auf die langsam laufende Achse *i* ergibt sich ohne weiteres aus der Zeichnung. Das ganze System wird getragen durch den allseits geschlossenen und somit staub- und wasserdichten Lagerkörper *k*. Die Zufuhr von Schmiermaterial aus dem Hauptlager erfolgt automatisch durch die Schleuderkraft. Die vorgeschriebene Bahn ist ebenfalls aus der Zeichnung ersichtlich.

Fragekasten.

1. Bieten die in neuerer Zeit von Elektrizitätsfirmen empfohlenen Wendepolmotoren bei 600 Volt Spannung an den Sammelschienen und bei 30 bis 35 PS Leistung eines Motors wesentliche Vorteile für Straßenbahnen

a) bei der üblichen Geschwindigkeit bis zu 30 km/St.,

b) bei größerer Maximalgeschwindigkeit und geringer Minimalgeschwindigkeit unter Verwendung von bis zu sechs Fahrstufen?

2. Läßt sich durch Verwendung von Wendepolmotoren Stromersparnis erzielen

a) in der Anfahrperiode,

b) im Beharrungszustand?

Wenn ja, ist die Ersparnis wesentlich, ev. wie groß?

3. In welchen Fällen ist die Verwendung von Wendepolmotoren gerechtfertigt?

Antwort:

Die Vorteile, welche durch die Anwendung von Wendepolen bei den stationären Gleichstrommaschinen erreicht werden, sind genügend bekannt und bedürfen keiner weiteren Erörterung. Bei gekapselten Motoren jedoch und insbesondere bei Bahnmotoren, bei welchen in einen gegebenen Raum das Maximum an Leistung untergebracht werden muß und daher ganz andere Gesichtspunkte ausschlaggebend sind als bei stationären Maschinen, kann dagegen die Beantwortung der Frage über die Vorteile bei Einführung der Wendepole nicht mehr allgemein, sondern nur von Fall zu Fall entschieden werden.

1. Beantwortet man zunächst die Frage 1 und faßt die am meisten verwendeten Bahnmotoren für Spannungen von 500 bis 600 Volt ins Auge, welche bei den normalen Stundenleistungen von 30 bis 35 PS eine ca. 500 bis 700 Umdr./Min. laufen, so lehren die praktischen Erfahrungen, daß die Motoren auch ohne Wendepole selbst bei Belastung mit 1,6 fachem Stundenstrom noch mit genügender Sicherheit so gebaut werden können, daß eine schädliche Funkenbildung und damit eine zu frühe Zerstörung des Kollektors vermieden ist. Da aber mit wachsender Geschwindigkeit und im Beharrungszustande bei voller Fahrt die Funkenbildung geringer ist, so kann durch Shuntung der Magnetwicklung der Motoren die Feldstärke vermindert und die Geschwindigkeit noch erheblich gesteigert werden, bevor die höchst zulässige Funkenbildung sich einstellt. Für diesen Fall würde mithin die Einführung der Wendepole keine nutzbringenden Vorteile, sondern eher Nachteile mit sich bringen, da hierdurch die Raumausnutzung des Motors ungünstiger wird. Die in den Wendepolwicklungen entstehenden Kupferverluste vermindern den Wirkungsgrad, und der Motor erwärmt sich mehr, so daß bei gleicher Leistung der Wendepolmotor mit Rücksicht auf die höchst zulässige Temperatur entsprechend größer werden müßte als der einfache Motor.

2. Was die zweite Frage anbelangt, so ist bekannt, daß sich allgemein durch Shuntung der Magnetwicklung der Motoren die Verluste in den Anfahrwiderständen verringern und damit Stromersparnisse erzielen lassen. Da

nun beim Anfahren die stärksten Belastungen und besonders die ungünstigsten Bedingungen bezüglich der Funkenbildung auftreten, so ist zunächst klar, daß hierbei ein Motor mit Wendepolen trotz etwas schwächeren Magnetfeldes geringere Neigung zur Funkenbildung haben wird als ein Motor ohne Wendepole mit starkem Felde. Unter Umständen wird man also mit Wendepolen eine weitgehende Shuntung und damit Stromersparnis erreichen. Legt man für beide Arten von Motoren (mit und ohne Wendepole) gleiche Anfahrzugskräfte bei gleicher Zahnradübersetzung zugrunde, so wird bei den mit Wendepolen ausgerüsteten und am Schluß stark geshunteten Motoren die Ankerbelastung um so höher werden, je größer die Feldschwächung, d. h. je mehr geshuntet wird, und die Gefahr der Ankerüberlastung liegt vor. Diesem Nachteil gegenüber spielt der geringfügige Vorteil einer kleinen Arbeitsersparnis und etwas geringerer Stromspitzen beim Anfahren, die bei dem Wattstundenverbrauch pro tkm nur von untergeordnetem Einfluß ist, keine wesentliche Rolle.

Während bei der Anfahrperiode und Wendepolmotoren mit schwächerem Felde vom theoretischen Standpunkte aus noch von einer Stromersparnis gesprochen werden kann, fällt dieselbe jedoch für den Beharrungszustand, in welchem gleiche Drehzahlen für beide Motoren vorausgesetzt sind, fort, da ja in diesem Falle der Wirkungsgrad des Motors allein in Anbetracht der Kupferverluste in den Wendepolwicklungen kein besserer sein kann als bei den gewöhnlichen Bahnmotoren ohne Wendepole und allgemein bei geshunteten Motoren der Gesamtwirkungsgrad im Beharrungszustand durch die Verluste im Shunt immer geringer ist als bei gleich schnell laufenden Motoren ohne Shunt, deren Gewicht außerdem noch geringer ist.

3. Während in den obigen beiden Fällen bei normalen Bahnanlagen von 500 bis 600 Volt und den normalen Leistungen von 30 bis 35 PS die Vorteile der Wendepolmotoren nicht zum Ausdruck kommen, ändern sich die Verhältnisse zugunsten der Wendepole bei allen solchen Motoren, bei denen die Spannung etwa 700 bis 800 Volt überschreitet. Da bei den größeren Spannungen die pro Segment vorhandene Zahl der Ankerwindungen nicht mehr ebenso niedrig gehalten werden kann wie bei den normalen Wicklungen von 500 bis 600 Volt, so gelangt man hier bald an eine Grenze, bei welcher schädliche Funkenbildungen nur noch durch die Anwendung von Wendepolen auf das Mindestmaß beschränkt werden können, und man muß auch in solchen Fällen die ungünstige Raumausnutzung des Motors mit in Kauf nehmen.

Aus den Geschäftsberichten.

Geschäftsbericht für das elfte Geschäftsjahr vom 1. Januar bis 31. Dezember 1906 der Leipziger Elektrischen Straßenbahn.

Die Zahl der im Berichtsjahre geleisteten Wagenkilometer beträgt 8,3 Mill. gegen 7,8 Mill. Es sind ca. 554000 Wagenkm oder 7,12% mehr geleistet worden. Die Fahrgeldeinnahme ist von M. 2086945,48 auf M. 2231908,10 gestiegen. Es entspricht dies einer Mehreinnahme von M. 144962,62 oder 6,5% gegenüber dem Vorjahre. Die Zahl der beförderten Personen beträgt 23,592 Mill. gegen 22,496 Mill. Die Einnahme pro Wagen-km beläuft sich auf 28,08 Pf. gegen 27,73 Pf., und die Ausgabe auf 17,28 Pf. gegen 16,90 Pf. Die gesamte Gleislänge ist von 89,291 km auf 91,466 km, also um 2,175 km gestiegen. Die Bautätigkeit war im Berichtsjahre eine lebhafte.

Aus Anlaß des Baues und Betriebes unserer Straßenbahn sind zugunsten der Stadtgemeinde für Neuherstellung, Unterhaltung und Reinigung der innerhalb des Stadtgebietes benutzten Straßen, sowie an besonderen Abgaben im laufenden Jahre folgende Summen von uns aufgewendet worden: An anteiligen Kosten für Neupflasterung M. 54698,64, für Unterhaltung der Fahrbahn innerhalb des Bahnkörpers M. 83962,30, für Reinigung der Fahrbahn innerhalb des Bahnkörpers M. 49135,79, vertragsmäßige Abgabe M. 66957,24. Für das Berichtsjahr betragen demnach diese Aufwendungen M. 254760,97. Seit Bestehen der Gesellschaft bis zum Schlusse des Jahres 1906 wurden für diese Zwecke M. 2557703,— verausgabt.

Zu der schwebenden Tarifangelegenheit ist zu bemerken, daß ein von den beiden Straßenbahngesellschaften erneut gestellter Antrag auf Erhöhung des Fahrpreises auf 15 Pf. für Strecken über 5 km vom Stadtrate abgelehnt worden ist. Hiergegen haben wir Rekurs bei der Kreishauptmannschaft eingelegt.

Änderungen in dem Bestande des rollenden Materials sowie in dem Kraftwerk und in den Werkstätten sind nicht zu verzeichnen. Die Gesellschaft besitzt 130 Motorwagen und 50 Anhängewagen, von denen 20 geschlossen, während 30 so umgeändert sind, daß sie als Sommer- und Winterwagen benutzt werden können. An einer größeren Zahl von Motorwagen sind wiederum zur Verbesserung der Abfederung Blattfedern eingebaut worden.

Die Zahl der im regelmäßigen Betriebe befindlichen Motorwagen beträgt gegenwärtig 112, außerdem verkehren morgens, mittags und abends bis zu 46 Anhängewagen.

Am 31. Dezember 1906 belief sich die Zahl der bei unserer Gesellschaft insgesamt beschäftigten Personen auf 676, von denen 143 länger als zehn Jahre und 384 mehr als fünf Jahre bei uns tätig sind.

Von dem sich ergebenden Überschuß von M. 629418,67 haben wir dem Erneuerungsfondskonto M. 250000, dem Bahnkörper-Amortisationskonto M. 45000, dem Amortisationskonto II M. 55000 als Rücklagen zugeführt. Von dem alsdann verbleibenden Reingewinn von M. 279418,67 sind 5% von M. 274705,58 mit M. 13735,28 in den gesetzlichen Reservefonds zu legen und ferner für den Aufsichtsrat einzustellen M. 6000. Der sich ergebende Rest von M. 259683,49 wird wie folgt verteilt: a) den Betrag von M. 250000 als vierprozentige Dividende auf das Aktienkapital, b) M. 3000 Überweisung an das Unterstützungsfondskonto, c) M. 6683,49 Vortrag auf neue Rechnung.

Neue Bücher.

Die Antriebsmotoren für elektrische Stromerzeuger. Von H. Spirl.

Ein »Nachschlagebuch«, wie es im Vorwort heißt, das in ca. 200 Seiten so ziemlich alle diejenigen Fragen behandelt, die einem jeden projektierenden Elektrotechniker gestellt werden. Im allgemeinen ist dem Verfasser die Lösung dieser Fragen in einfacher und übersichtlicher Weise gelungen, wozu namentlich eine große Anzahl Tabellen über in der Praxis erprobte Verbrauchswerte usw. Wirkungsgrade viel beiträgt. Der Inhalt setzt sich aus sieben Abschnitten zusammen. Abschnitt I — »Allgemeines« behandelt in vier Unterabteilungen knapp und übersichtlich die Hauptforderungen, welche an jeden Antriebsmotor für Stromerzeugung gestellt werden müssen; in den Abteilungen II—V werden die Eigenschaften der Wasser-, Dampf-, Explosions- und Dieselmotoren besprochen; schließlich geben uns die beiden letzten Ab-

schnitte wertvolle Anhaltspunkte über die »Betriebskosten der verschiedenen Motor- bzw. Kraftarten« und über die vorzunehmende »Wahl der Kraftart und der Maschinenzahl«. Abschnitt I. — In der Abteilung 2 »Gleichförmigkeit des Ganges« sind die Tabellen über das erforderliche GD^2 für verschiedene Leistungen und Umdrehungszahlen der verschiedenen Kolbenmaschinen als sehr zweckmäßig hervorzuheben. Eine kurze Erklärung der Formel $GD^2 = \frac{N \cdot K}{\delta \cdot n^2}$ wäre vielleicht erwünscht.

Abschnitt II — Wassermotoren. Bei der Behandlung der »Wasserzuführung« stört ein gewisser Mangel an Einheitlichkeit in der Form der Gleichungen. So steht auf Seite 12 der Ausdruck $b \cdot h$ in den Gleichungen für Q einmal mit, ein andermal ohne Punkt. Weiter auf Seite 16 die Gleichung $hr = \lambda \frac{1}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$, wo r offenbar nur eine nähere Definition des h ist, wo es anstatt $\frac{1}{d}$: $\frac{l}{d}$ heißen soll, und wo der Punkt zwischen λ und $\frac{l}{d}$ fehlt. Natürlich sind dies nur Kleinigkeiten, aber bei einer zweiten Auflage wären solche Schönheitsfehler zweckmäßig zu vermeiden. (Vgl. noch Ausdrücke wie $vc = \varphi \cdot \sqrt{2gH}$ auf S. 24 — zu lesen $v_c = \varphi \cdot \sqrt{2gH}$; $\frac{}{2 \cos \varphi \alpha}$ $\frac{}{2 \cos \cdot (0{,}9 - 0{,}95)\,\alpha}$ — und andere.) Der Wert dieses Abschnittes liegt in den Tabellen, die möglichst übersichtlich die praktischen, zahlenmäßigen Beziehungen zwischen den Größen H, Q, N und n bei den verschiedenen Turbinensystemen enthalten. (Aktionsturbinen Seite 29/31, Reaktionsturbinen Seite 40/47.)

Abschnitt III — Dampfmotoren. Der Inhalt wird hier auf 19 Unterabteilungen verteilt. Die erste ist den allgemeinen Eigenschaften des Wasserdampfes gewidmet und gibt kurz die in Frage kommenden Gleichungen der mechanischen Wärmetheorie, sowie in einer Tabelle die vorgenannten Eigenschaften, zahlenmäßig ausgedrückt, für Spannungen bis 15 Atm. Auch hier möge bei den Gleichungen auf einige Formfehler gewiesen werden (Seite 54/55). Nach Angabe des Verfassers ist der Berechnung der Größen $A \cdot \rho \cdot u$, u, $\frac{\delta}{u}$ und γ (Tabelle S. 56/57) ein Wert von $\frac{1}{A} = 428$ kgm/kg cal. zugrunde gelegt. Da dieser Wert von A nur auf Schätzung beruht, ist es nicht ersichtlich, weshalb die betr. Zahlen in drei bzw. vier Dezimalen genau angegeben worden sind.

Die Behandlung der Dampferzeugungsanlagen verteilt sich auf zehn Kapiteln; fünf davon befassen sich mit den Kesseln selbst, während Schornsteine, Vorwärmer, Überhitzer, Speisevorrichtungen und Rohrleitungen je für sich einen Aufsatz beanspruchen.

Die verschiedenen Kesselarten werden zweckentsprechend beleuchtet. Erwünscht wären vielleicht noch Angaben über Kessel mit einer Heizfläche von mehr als 300 qm, sowie überhaupt solche über den spezifischen Kohlenverbrauch.

Die übrigen zu einer vollständigen Kesselanlage gehörenden Teile werden ausgiebig behandelt. Als zweckmäßig sind die Tabellen über Schornsteine (Hochkamine, wie der Verfasser sich ausdrückt) und Rohrleitungen hervorzuheben.

Die Kolbenmaschinen (Dampfmaschinen und Lokomobilen) mit deren Zubehör — Kondensationsanlagen und Steuerungen — werden in sechs weiteren Abteilungen besprochen. Die in den Tabellen enthaltenen Dampfverbrauchszahlen können ohne weiteres bei Vorprojekten verwandt werden. Es fällt auf, daß als Lokomobilen nur solche von R. Wolf — Magdeburg-Buckau — beschrieben worden sind. Wenn auch diese zweifellos erstklassige Maschinen sind, wäre es doch im Interesse der Allgemeinheit den betr. Tabellen auch Zahlen anderer Fabrikate gegenüberzustellen.

Die Dampfturbinen (Seite 142 bis 170) sind unserer Meinung nach nicht ihrer Wichtigkeit und immer umfangreicheren Verwendung entsprechend behandelt worden. Die in Betracht kommenden Großfirmen halten zwar mit den Konstruktions- und Dampfdaten noch zu sehr zurück, aber seit dem vergangenen Jahre ist doch viel mehr auf diesem Gebiete veröffentlicht (namentlich der A. E. G. Turbinen) wie vom Verfasser offenbar angenommen wird. So wird seit der Mitte des vorigen Jahres von der A. E. G. eine Broschüre verbreitet, welche einen Vortrag des Herrn O. Lasche auf der 50. Hauptversammlung des Vereines Deutscher Ingenieure in Berlin — Juni 1906 — enthält und aus welchem die Dampfverbrauchszahlen für Typen bis 1300 KW ersichtlich sind. Weiter ersehen in der Zeitschrift »Schiffbau«, Nr. 12, vom 27. März d. J. ein Aufsatz desselben Autors mit den Daten der A. E. G. Turbinen mit Leistungen bis zu 5000 KW.

In den Abschnitten IV und V werden die Explosions- und Wärme- (Diesel) -motoren ausgiebig behandelt. Ob es zweckmäßig ist, noch jetzt, wo die meisten Gasmotoren sowohl für den Betrieb mit Leucht- wie für den mit Generatorgas ausgeführt werden, die Leucht- und Kraftgasmaschinen getrennt zu behandeln, wollen wir dahingestellt lassen. Auch hier liegt der Hauptwert in den verschiedenen Tabellen.

Zum Schluß bespricht der Verfasser in zwei weiteren Abschnitten die »Betriebskosten« und die »Wahl der Maschinen«. Interessant sind die Vergleichsrechnungen, welche für bestimmte Verhältnisse die Grenzen für den Betrieb mit Wasserturbinen zeigen.

Zusammengefaßt: Das Buch ist ein hervorragender Wegweiser für jeden Ingenieur, der kleine und mittlere Anlagen zum Antriebe von Dynamos zu projektieren hat. Wenn zwecks einer Vorherbestimmung großer Anlagen, beispielsweise solcher über 1000 KW, unsere Meinung nach einige Gebiete, namentlich das der Dampfturbinen, nicht erschöpfend genug behandelt worden sind, so wird das hauptsächlich daran liegen, daß die in Frage kommenden Großfirmen die betreffenden Konstruktions- und Verbrauchsdaten noch zu viel als Geschäftsgeheimnis betrachten müssen.

G. A.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

E. Bau der Fahrzeuge.

1. Widerstand und Zugkraft, Arbeitsverbrauch.

J problemi meccanici nella trazione elettrica in teoria ed in pratica. Von T. Jervis. (L'Ingegn. Ferrov., Nr. 5, 6, 9, 12, 18 u. 21. 1907.)* Der Verfasser stellt sich die Aufgabe, nach bekannten Theorien und an Hand der Ergebnisse ausgeführter Bahnanlagen Unterlagen zusammenzustellen, welche die Berechnung der mechanischen Einzelheiten des Bahnbetriebes erleichtern sollen. Zugrunde gelegt wird eine Zusammenstellung der drei Kurven der Geschwindigkeit, Beschleunigung und des durchlaufenen Weges als Funktion der Zeit und die graphische Entwicklung einer Kurve aus der anderen. Es folgt eine eingehende Behandlung des Zugwiderstandes dessen Bestandteile in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit im einzelnen untersucht werden, wobei der Einfluß von Anhängewagen besonders be-

rücksichtigt wird. Des weiteren wird auf den Zusammenhang zwischen Zugkraft, Zugwiderstand und Geschwindigkeit eingegangen und der Einfluß der Beschleunigungs- und Bremsperiode für verschiedene Motoren erörtert. Günstigstes Verhältnis der Beschleunigung beim Anfahren und Bremsen = 1 : 2. Unterschied für Stadt- und Überlandbahnen bei verschiedener Häufigkeit der Haltestellen. Den Schluß bildet eine auf Grund statistischer Unterlagen bearbeitete Gegenüberstellung der in Europa und Amerika üblichen Wagenverhältnisse (Gewicht, Sitzzahl, Geschwindigkeit usw.).

3. Der elektrische Antrieb.

Bipolar Motor Construction for Locomotives. (El World, 28. Sept. 1907, S. 597.)* Die zwei oder mehrere Motoren der Lokomotive sind Achsmotoren mit je zwei Ankern und einem in der Mitte befindlichen Kollektor. Jeder Anker besitzt zwei in horizontaler Achse angeordnete Pole. Ein jeder Pol gehört zu zwei benachbarten Motoren. Der magnetische Fluß durchsetzt der Reihe nach den Anker des einen Motors, dann den gemeinschaftlichen Pol, dann den Anker des Nachbarmotors usw. Er verläuft also in der Längsrichtung der Lokomotive auf der einen Seite abwechselnd durch Anker und Pol gehend hin und ebenso auf der anderen zurück und schließt sich an den Lokomotivenden durch einen als Joch ausgebildeten Teil des Lokomotivrahmens.

Das Heylandsche Verfahren zum Anlassen und Regulieren und zur Kompensierung der Phasenverschiebung von Induktionsmotoren. Von F. G. Wellner. (Z. d. V. D. I., 26. Okt. 1907, S. 1708.)* Vergleich des Heyland-Verfahrens mit dem von Leonard und Ilgner. Leonardschaltung: Drehzahl eines Gleichstrom-Antriebsmotors wird verlustlos geregelt durch Spannungsänderung eines Gleichstromerzeugers, der von einem am Netz liegenden Motor angetrieben wird. Die Schaltung von Ilgner nimmt ein Schwungrad zu Hilfe. Anfahrkurven. Gesamtwirkungsgrad und Anlagekosten der Systeme von Leonard und Heyland sind gleich. Schaltung von Ilgner durch gleichmäßige Leistungsaufnahme der Heylandschen überlegen.

4. Bremsen.

Ein neues System zur selbsttätigen Kurzschlußbremsung für Elektromotoren. Von Dr. M. Kallmann. (E. T. Z., 26. Sept. 1907, S. 945.)* Ähnlich wie zu dem selbsttätigen Anlassen von Motoren wird auch zur selbsttätigen Kurzschlußbremsung die Anwendung von selbstveränderlichen Widerständen (»Variationswiderständen«), wie z. B. Eisendraht in Wasserstoffatmosphäre, empfohlen. Der Bremsstrom bleibt dabei fast während der ganzen Bremszeit selbsttätig konstant, die im ersten Augenblick bei noch kaltem Eisendraht eintretende hohe Stromspitze läßt sich durch Vorschalten eines konstanten Widerstandes aus Nickelin vor dem Eisendraht abschwächen. Dieselben »Variationswiderstände« können in einem Apparat sowohl zum selbsttätigen Anlassen als auch zur selbsttätigen Kurzschlußbremsung verwendet werden. Ein Widerstand für 1 bis 2 KW befindet sich in einer Glasröhre von 50 mm Durchmesser und 200 mm Länge.

5. Beleuchtung, Heizung und Lüftung.

Die elektrische Zugsbeleuchtung auf der ostchinesischen Bahn. Von Ingenieur Adolf Prasch. (Fortsetzung; Schweiz. E. T. Z., 17. Aug. 1907, S. 385; 24. Aug. 1907, S. 399; 31. Aug. 1907, S. 413; 7. Sept. 1907, S. 424; Fortsetzung folgt.)* Anordnung der Leitungen in den Wagen. Beschreibung des Wagenschaltbretts und der Leitungskuppelungen sowie der Beleuchtungskörper. Das im Gepäckwagen untergebrachte kleine Kraftwerk beansprucht eine Grundfläche von 7,18 qm und enthält einen Petroleummotor von 12 PS bei 600 Umdr., eine durch Riemen angetriebene Dynamo für 60 Amp. bei 110 Volt, einen Ölbehälter, einen Kühlwasserbehälter, eine Öl- und eine Kühlwasserpumpe, Schalttafel, Werkzeugkasten und eine Batterie für die Zündung des Motors. Gesamtgewicht der elektrischen Ausrüstung 2,2 t. Beschreibung der Batterien und des Petroleummotors.

6. Sonstige Ausrüstungsgegenstände.

Pantograph Collector for High Speed Electric Railways. By Joseph Mayer. (Street R. Journ., 9. Nov. 1907. S. 951.)* Über den Einfluß des Trägheitsmomentes bei den üblichen Bügelstromabnehmern. Vom Verfasser angegebene Bauart, bei welcher der Anpressungsdruck gegen die Fahrleitung nicht merklich durch den Winddruck beeinflußt wird.

F. Berg-, Hüttenwerks-, Fabrikbetriebe und deren Unterhaltung.

Der elektrische induktionsofen nach dem System Röchling-Rodenhauser. Von Geh. Bergrat Prof. Dr. H. Wedding. (Stahl und Eisen Nr. 45, 6. Nov. 1907.) Auf den Röchlingschen Eisen- und Stahlwerken in Völklingen ist ein unter Zugrundelegung der Kjellinschen Konstruktion nach Angaben von Röchling und Rodenhauser ausgebildeter elektrischer Induktionsofen in Betrieb, der recht günstige Betriebsergebnisse gezeitigt hat. Die Konstruktion und Wirkungsweise des Ofens wird des näheren beschrieben. Der Ofen gestattet auch, die letzten Unreinigkeiten aus dem Eisen zu entfernen und einen beliebigen Gehalt an Kohlenstoff und anderen Elementen einzuführen sowie eine vollkommene Entgasung herbeizuführen. Die Mehrkosten dieses Produktes betragen bei der Röchlingschen Anlage M. 23,30 für die Tonne, doch werden diese Mehrkosten reichlich durch die großen Vorzüge des Produktes aufgewogen.

G. Bahnbetrieb und -unterhaltung, Verkehrswesen.

Papers Read at the Atlantic City Convention of the American Street and interurban Railway Association. (Street R. Journ., 19. und 26. Okt. 1907.) Bericht über die Versammlung der amerikanischen Straßenbahn- und Kleinbahnvereinigung in Atlantic City vom 14. bis 16. Okt. 1907. Unter anderem wurden folgende Vorträge und Berichte vorgelegt und erörtert: Unterhaltung des Oberbaues für Klein- und Straßenbahnen, Erfahrungen mit Gasmaschinen, hauliche Einzelheiten der Parsons-Turbinen, Tariffragen, Güterbeförderung, Schienenprofile für Straßenbahnen, Verstadtlichung von Bahnen, ferner Ausschußberichte über Schienenriffeln, offene und geschlossene Wagenhallen, Unterhaltung und Prüfung der elektrischen Wagenausrüstungen, Curtis-Turbinen für Bahnbetrieb, Normalien für Achsen, Lager, Bremsschuhe, Räder usw.

The Operating Costs and Revenue of Urban Railways. An Analysis of the Interborough System of New

York City. By Gerard B. Werner. (Eng. Mag., Aug. 1907, S. 728.) Eingehende Betrachtung des Jahresberichtes der Interborough Rapid Transit Co. für das Geschäftsjahr vom 1. Juli 1905 bis 30. Juni 1906. Die Hoch- und Untergrundbahnen New Yorks sind ein lehrreiches Beispiel für die Förderung schwerer Züge in großen Städten.

Ausdehnung und Ausrüstung der Linien.

		Hochbahnstrecken	Untergrundbahnstrecken	Insgesamt
Länge der Streeke	km	60,6	35,0	95,6
Länge des Schienenstranges[1])	»	189,8	115,0	304,8
Anzahl der Kraftwerke . .		1	1	2
Leistung der Kraftwerke . .	KW	45 500	48 750	94 250
Anzahl der Unterwerke . . .		7	8	15
Leistung der Unterwerke . .	KW	61 500	64 500	126 000
Anzahl der Personenwagen . .		1574	704	2318
Anzahl der Angestellten . . .		5476	2746	8222
Anzahl der Bahnhöfe		199	97	296
Mittlere Haltestellenentfernung .	m	304	361	323

[1]) Einschließlich Weichen und Kanglerstrecken.

Der Wagenpark der Untergrundbahn besteht aus Holz- und aus Ganzstahlwagen von 15,5 m Länge mit 52 Sitzplätzen. Die Motorwagen (200 PS Normalleistung) wiegen 39 t, die Anhänger 26 t.

Von den 820 Millionen Fahrgästen, die im Jahre 1905/06 in den Stadtteilen Manhattan und Bronx von allen öffentlichen Bahnlinien befördert wurden, benutzten fast die Hälfte die Hoch- und Untergrundbahnen (vgl. die folgende Übersicht).

Gesamt- und Einheitsverkehr im Jahr.

	Hochbahn	Untergrundbahn	Insgesamt
Zahlende Fahrgäste . . .	257 800 000	137 900 000	395 700 000
Wagenkilometer	99 200 000	51 300 000	150 500 000
Zahlende Fahrgäste für 1 Wagen-km	2,60	2,68	2,63
Wagen-km bezogen auf 1 km Streeke. . . .	1 635 000	1 462 000	1 573 000
Wagen-km bezogen auf 1 km Gleis. . . .	523 000	447 000	493 000
Fahrten bezogen auf 1 Einwohner der zugehörigen Stadtteile Manhattan und Bronx . .	105	55	158

Der Verkehr auf der Manhattanstrecke erfolgt durch Züge mit Vielfachsteuerung, bestehend aus drei bis sieben Wagen, von denen etwa 60% Motorwagen sind. In der Zeit starken Verkehrs laufen die Züge in der 2. und 3. Avenue in Abständen von 90 Sek., auf der Untergrundbahn alle 120 Sek. Die fahrplanmäßigen Geschwindigkeiten der Züge sind auf der Untergrundbahn für Fernzüge etwa 40 km/St., für Stadtzüge etwa 24 km/St.

Betriebskosten.

1. Unterhaltungskosten der Strecke und der Gebäude.

	Pfennig für 1 Wagen-km
Gleise und Bahnkörper	2,180
Gebäude (Kraft- und Unterwerke) . . .	0,420
	2,600

2. Unterhaltungskosten der Ausrüstung.

Mechanischer Teil der Kraftwerke . . .	0,329
Elektrischer Teil der Kraft- und Unterwerke einschließlich der Kabel.	0,185
Wagen	1,270
Wagen, elektrische Ausrüstung	0,825
Verschiedene Ausrüstungsgegenstände . .	0,003
Verschiedene Ausgaben für die Werkstatt	0,556
	3,168

3. Betriebskosten der Kraft- und Unterwerke.

Löhne	1,340
Brennstoff	3,110
Wasser	0,355
Öl und Putzwolle	0,102
Betriebskosten der Lokomotive	0,021
Verschiedene Ausgaben und Lieferungen .	0,198
	5,126

4. Betriebskosten der Wagen.

Betriebsleitung des Verkehrs	0,141
Löhne für Zugbegleiter	3,645
Löhne für Wagenführer	1,645
Löhne für verschiedene Angestellte für den Wagendienst	0,982
Löhne für Bahnhofsangestellte . . .	2,365
Verschiedene Ausgaben für den Wagendienst	0,793
Bahnhofsausgaben	0,342
	9,913

5. Allgemeines.

Gehälter für die technischen und kaufmännischen Beamten	0,671
Druckerei und Bureaubedarf	0,018
Verschiedene Bureauausgaben	0,099
Verschiedene allgemeine Ausgaben . . .	0,178
Reparaturen	0,762
Verschiedene Prozeß- und Entschädigungskosten	0,657
Versicherung	0,186
	2,601

Zusammenstellung.

	Pfennig für 1 Wagen-km	% der Betriebskosten
1. Unterhaltung der Strecke und der Gebäude	2,600	11,10
2. Unterhaltung der Ausrüstung . . .	3,168	13,54
3. Betriebskosten des Kraftwerkes . .	5,126	21,90
4. Betriebskosten der Wagen	9,913	42,35
5. Allgemeines	2,601	11,11
	23,408	100,00

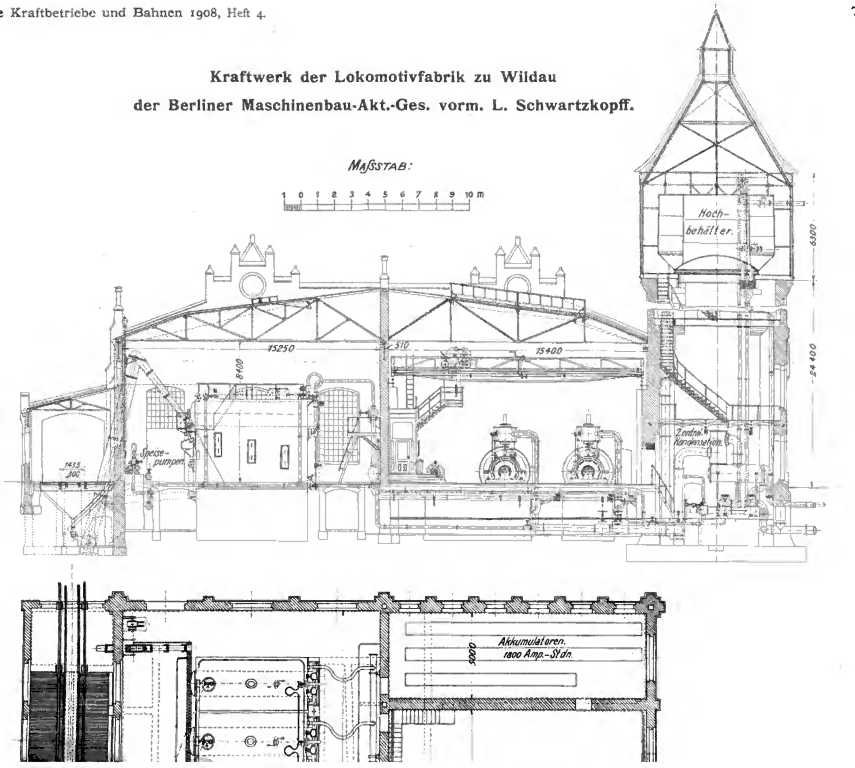
Es werden etwa 320 000 000 KW.St. im Jahre erzeugt. Die gesamten Betriebskosten von 23,41 Pf. für 1 Wagen-km erscheinen sehr niedrig.

Die gesamten Einnahmen und Ausgaben verteilen sich folgendermaßen:

	Pf. für 1 Wagen-km		Pf. für 1 Wagen-km
Einnahmen aus Betrieb	54,8	Betriebsausgaben . . .	23,4
Einnahmen aus Reklame, Verkauf von Strom, Vermietung von Land und Gebäuden usw.	2,0	Pacht, Zinsen, Steuern usw.	24,6
		Dividenden	8,1
		Überschuß	0,7
	56,8		56,8

Herausgegeben von Professor Dr. Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Kraftwerk der Lokomotivfabrik zu Wildau
der Berliner Maschinenbau-Akt.-Ges. vorm. L. Schwartzkopff.



Verlag von R. Oldenbourg in München u. Berlin.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN
CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:
Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KOTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Elsenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Baurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **4. Februar 1908.** **Heft 4.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.
ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36 maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.
Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.
Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Der neue Betriebsbahnhof Brigittenau der städt. Straßenbahnen in Wien. Von L. Spängler. S. 61.
Einarbeige Drehgestelle für Straßenbahnwagen. Von M. Schiff. S. 64.
Die Schachtanlage Heinrich & Robert des Steinkohlenbergwerks „de Wendel" in Herringen bei Hamm in Westf. Von Bergwerksdirektor A. Hochstrate in Herringen bei Hamm. (Schluß.) S. 67.
Kleine Nachrichten. S. 73. Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft: Über den elektrischen Kraftbetrieb in der Lokomotivfabrik zu Wildau. (Mit Tafel I.) — Beleuchtung, Heizung, Lüftung: »Helia«-Bogenlampe. — Allgemeines: »Heylandzeitschr. — Aus dem Rechtsleben: Steckenlassen der Fahrkurbel. — Betriebsunfall.
Aus den Geschäftsberichten. S. 76. Aus dem Jahresbericht 1906 der Straßen-Eisenbahn-Gesellschaft in Hamburg.
Neue Bücher. S. 77. — **Zeitschriftenschau.** S. 78.

Der neue Betriebsbahnhof Brigittenau der städt. Straßenbahnen in Wien.

Von **L. Spängler.**

Vor kurzem wurde der neue Betriebsbahnhof Brigittenau der städtischen Straßenbahnen in Wien eröffnet, dessen Anlage aus Fig. 65 bis 68 ersichtlich ist. Die große Halle mit 15 Gleisen dient für die Aufstellung von 143 Wagen; sie hat eine Grundfläche von rund 5000 qm. Das Dach besteht aus einer auf eisernen Säulen und den Umfassungsmauern gelagerten Eisenkonstruktion mit Betoneisendecken, die eine Holzzementlage mit Schotterbeschüttung erhielten. Die Belichtung erfolgt durch große Fenster in den Seitenwänden und in den eisernen Toren, sowie durch große Glasoberlichten im Dache. — Sämtliche Gleise sind auf eine Länge von 37,62 m, und zwar beginnend unmittelbar hinter den nach innen zu öffnenden Toren, mit Putzgruben von 1,4 m Tiefe versehen. — Im rückwärtigen Teile der Halle ist ein großes Magazin angebracht; an die eine Seitenwand der Halle schließen sich verschiedene Nebenräume an und zwar: eine Kanzlei für den Wagenmeister und den Werkstättenverrechner, eine große Werkstätte für Schmiede und Schlosser, eine kleinere für Tischler, ein Raum für das Anstrocknen der Unterleitungskontaktschiffe, Aufenthalts- und Waschräume für die Arbeiter, Aborte usw. Diese Nebenräume sind gemeinschaftlich auch für eine später zu erbauende daran anschließende Halle mit einem Fassungsraum von 100 Wagen bestimmt, die auf dem Plane bereits angedeutet ist. — Auf dem Bahnhofe befindet sich noch ein großes Verwaltungsgebäude und ein Nebengebäude; das letztere enthält eine Ölkammer und ein Salzmagazin, einen Raum für den Streckenmeister, sowie einige Wohnräume für Angestellte. Im Hofe ist ferner in einem besonderen Gebäude ein großes Sandmagazin untergebracht, aus welchem sich die Wagenführer bei der Ausfahrt den Sand holen können. Das Verwaltungsgebäude enthält im Erdgeschosse außer der Wohnung für den Torwart nur die Verwaltungsräume, in den beiden Geschossen aber Dienstwohnungen für Angestellte. — Zur besseren Beurteilung über die Anordnung der Verwaltungsräume erscheint es notwendig, in wenigen Worten die Organisation des Bahnhofsdienstes bei den städtischen Straßenbahnen in Wien zu besprechen. Die einzelnen Bahnhöfe — die städtischen Straßenbahnen haben gegenwärtig deren 13 — unterstehen der Betriebsleitung, welche letztere wieder der Direktion unterstellt ist. Der Betriebsleitung obliegt die Durchführung und

Fig. 65. Ansicht des Betriebsbahnhofes Brigittenau.

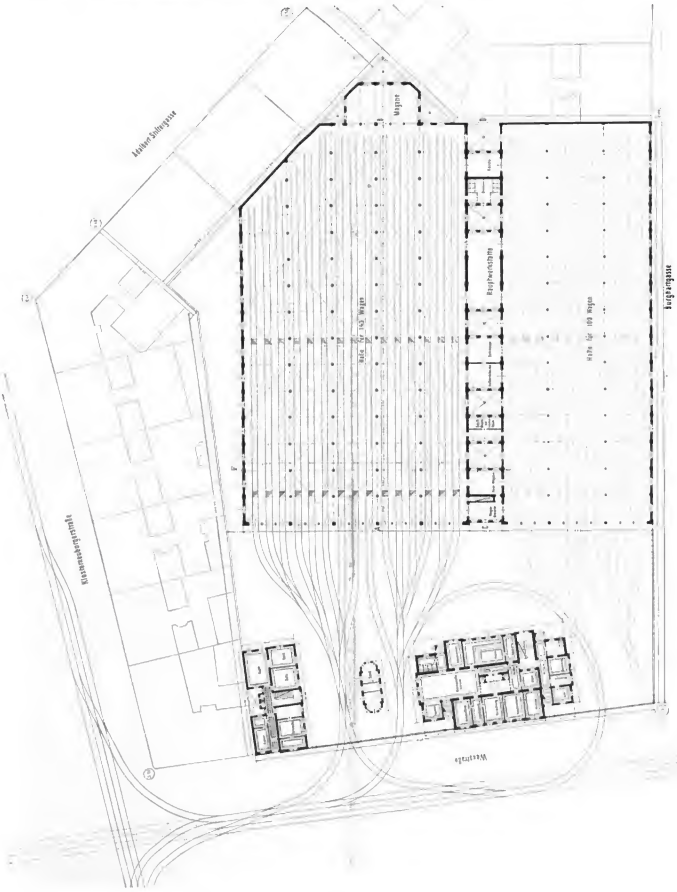


Fig. 66. Grundriß des Betriebsbahnhofes Brigittenau der städtischen Straßenbahn in Wien. (Maßstab 1:800.)

Beaufsichtigung des gesamten technischen Betriebs-, Verkehrs- und Zugförderungsdienstes; die Beobachtung der Verkehrsbedürfnisse und die damit im Zusammenhange stehende Aufstellung der Fahrpläne, sowie die jeweilig notwendigen Änderungen der letzteren ist einer eigenen verkehrskaufmännischen Direktionsabteilung zugewiesen, welche der Betriebsleitung gegenüber als der Besteller für die Durchführung des jeweilig notwendigen Verkehres auftritt. Der eigentliche Werkstättendienst, also insbesondere die Vornahme größerer Rekonstruktionen, sowie der Hauptrevisionen der Betriebsmittel obliegt auch einer besonderen Direktionsabteilung, der »Hauptwerkstätte«; dieser gegenüber hat wieder die Betriebsleitung die Rolle des Bestellers. In den Bahnhöfen selbst befinden sich nur kleinere Werkstätten, denen ausschließlich diejenigen kleineren Arbeiten obliegen, für deren Durchführung es unzweckmäßig wäre, die Wagen nach der Hauptwerkstätte zu senden. Die Hauptaufgabe der Bahnhofswerkstätten ist die tägliche Revision der Wagen auf deren tadelloses mechanisches und elektrisches Verhalten, also auf deren Betriebstüchtigkeit, sowie die Reinigung der Wagen. Beides erfolgt meist bei Nacht. Der technische und kommerzielle Aufsichtsdienst auf der Strecke über die Wagenführer und Kondukteure obliegt nicht den Bahnhofleitungen; derselbe wird vielmehr von der Betriebsleitung unmittelbar durch Fahrscheinrevisoren und Fahrmeister gehandhabt. Für die Expedition der Züge aber sind die Bahnhofleitungen verantwortlich und sind denselben daher auch die außerhalb des Bahnhofes gelegenen Expeditionsstellen untergeordnet.

Die Bahnerhaltung, Bahnaufsicht und Bahnreinigung wird von einer besonderen Direktionsabteilung für »Bau und Bahnerhaltung« besorgt; ebenso ist auch die Instandhaltung der Bahnhofsgebäude vom Betriebe vollständig getrennt.

Die Leitung des Bahnhofsdienstes obliegt einem Beamten mit technischer Hoch- oder Mittelschulbildung, welcher für den Betrieb und die Verwaltung verantwortlich ist; ihm untersteht auch die Kassa, für welche zwei Kassierinnen (Beamtinnen) mit abwechselndem Nachtdienst zugeteilt sind. Die Kassierin kommt um ca. 1½ Uhr nachmittags und hat Dienst bis Betriebsschluß, also bis ca. 2 Uhr nachts, worauf sie sich in dem ihr zugewiesenen Schlafraum zur Ruhe begeben kann. Dem Bahnhofsvorstande sind mehrere Unterbeamte für die verschiedenen Dienstzweige zugeteilt.

Jeder Bahnhof gilt als selbständige Rechnungsstelle und werden daher alle Lohnlisten auf dem Bahnhofe aufgestellt und bei der Direktion in einer eigenen Kontrollabteilung nachträglich auf ihre Richtigkeit geprüft. Die Auszahlung der Löhne erfolgt durch besondere von der Direktion entsandte Zahlmeister. Dem Bahnhofe obliegt

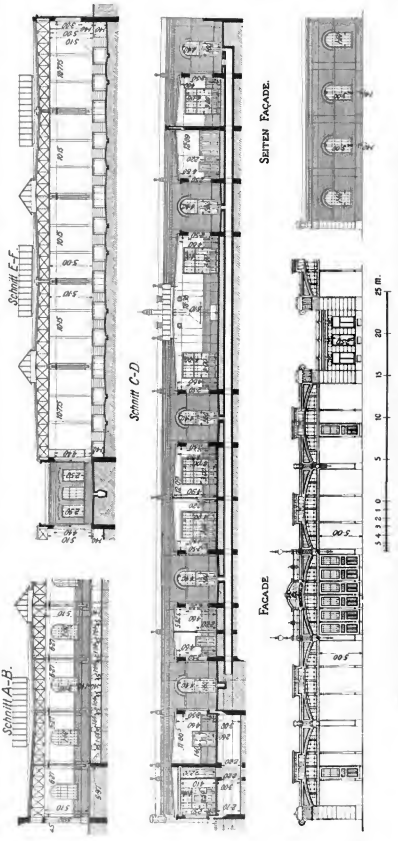


Fig. 67. Querschnitt und Ansicht der Wagenhalle auf dem Betriebsbahnhof Brigittenau der städtischen Straßenbahnen in Wien.

Fig. 68. Inneres der Wagenhalle.

auch die Aufnahme aller Unfälle und sonstigen Meldungen, sowie die Stellung aller Strafanträge gegen das Personal, welche aber in der Betriebsleitung durchgesehen und genehmigt werden müssen, so daß die ganze Strafbehandlung durchaus einheitlich ist.

Die Ausgabe der Fahrscheine erfolgt wöchentlich nur einmal und werden dieselben von den Kondukteuren in eigenen versperrbaren Kästchen verschlossen gehalten; die Abfuhr des Geldes erfolgt täglich an die Bahnhofskassa, die endgültige Abrechnung über die Karten aber nur einmal wöchentlich. Das Geld wird täglich in der Frühe mit einem besonderen Kassawagen an die Hauptkassa der Direktion abgeführt.

Die Diensteinteilung wird für alle Bahnhöfe in der Betriebsleitung auf Grund der Fahrpläne nach durchaus einheitlichen Grundsätzen ausgearbeitet und den Bahnhöfen als sog. steife Diensteinteilung fertig übergeben, nach welcher die Zuschreibung der Wagenführer und Kondukteure auf die einzelnen Dienstnummern zu erfolgen hat; an Sonn- und Feiertagen, sowie bei besonderen Gelegenheiten kann aber diese feste Diensteinteilung nicht verwendet werden und müssen an solchen Tagen die Diensteinteilungen auf den Bahnhöfen selbständig getroffen werden.

Auf jedem Bahnhofe sind ein Ordinationszimmer für den Arzt der Betriebskrankenkassa nebst Warteraum.

Im Bahnhofe Brigittenau sind dem Bahnhofsvorstande zugeteilt: 1 Verkehrsmeister, 2 Verkehrsführer (mit abwechselndem Tag- und Nachtdienst), 1 Verrechner, 1 Blockverwalter, 1 Manipulant und 1 Diensteinteiler für den Verkehrsdienst, sowie 1 Oberwagenmeister, 1 Wagenmeister (in ganz großen Bahnhöfen sind 1 Werkmeister und 2 Wagenmeister) und 1 Werkstättenschreiber für den Werkstättendienst. Überdies sind für die einzelnen Expeditionen die nötige Anzahl von Expeditoren zugewiesen, soweit die Kondukteure die Züge nicht selbst expedieren.

Der Bahnhof Brigittenau hat 387 Bedienstete für den Verkehrsdienst und 50 Werkstättenarbeiter zugewiesen. — Aus dem Plane (Fig. 66) und den beigegebenen Aufschriften ist die Verwendung der einzelnen Räume ersichtlich.

Ein neben der großen Wagenhalle gelegener Teil des Grundes ist für die Erbauung von Arbeiterwohnhäusern reserviert worden, deren Errichtung aus Mitteln des Pensionsfonds in Erwägung steht.

Die ganze Bahnhofsanlage ist nach den generellen Angaben der Straßenbahndirektion von dem Wiener Stadtbauamte projektiert und ausgeführt worden.

Einachsige Drehgestelle für Straßenbahnwagen.

Von **M. Schiff.**

Die Frage, ob die Verwendung von einachsigen Drehgestellen für Straßenbahnwagen von Vorteil ist oder nicht, hat die Betriebe in den letzten Jahren lebhaft beschäftigt und ist auch auf der 11. Vereinsversammlung des Vereins deutscher Straßen- und Kleinbahnverwaltungen im Bericht des Ausschusses *B* über Abnutzung der Betriebsmittel zur Sprache gekommen.

Zweck dieser Zeilen soll nicht eine eingehende theoretische Erörterung über Vor- und Nachteile der einachsigen Drehgestelle sein, sondern es soll nur kurz untersucht werden, ob die bisherigen Ergebnisse dazu ermutigen können, diesen Drehgestellen für die Zukunft eine weitgehende Benutzung für den Straßenbahnbetrieb zuzuerkennen.

Blickt man auf die Entwicklung des Baues von elektrischen Triebwagen für Straßenbahnzwecke zurück, so ist sehr leicht festzustellen, daß man zunächst bestrebt war, die allgemein gebräuchlichen Pferdebahnwagen für den elektrischen Betrieb umzugestalten. Letztere besaßen durchgängig einen äußerst geringen Radstand, welcher mit Rücksicht auf die vorhandenen kleinen Kurven und die zur Verfügung stehende tierische Zugkraft gewählt werden mußte.

In elektrischen Bahnbau paßte man sich also zunächst den früheren Betriebsverhältnissen an, d. h. man wählte kleine Kurvenradien und geringe Achsstände. Die Folge davon war, daß auch die Wagenkästen nur geringe Abmessungen erhalten konnten; 14 bis 18 Sitzplätze bildeten die Regel.

Auch der Abfederung der Wagen widmete man noch keine große Aufmerksamkeit. Man begnügte sich vielfach damit, den Wagenkasten gegen die Achsen abzufedern; die Verwendung besonderer Untergestelle kam erst allmählich in Aufnahme.

Mit der Vergrößerung des Verkehrs und den daraus sich ergebenden Anforderungen an den Fassungsraum der Wagen nahmen die letzteren an Größe und Schwere zu. Es wurden besondere Untergestelle gebaut. Die Außenstrecken bewirkten, daß die Plattformen Glasabschlüsse erhielten, denn die Geschwindigkeiten auf den letzteren Strecken waren wesentlich höher wie in der Stadt, und es zeigte sich, daß die nunmehr in Betrieb genommenen Wagen mit ihren geringen Radständen nicht mehr auf der Höhe waren.

Die Wagen gerieten bei größeren Geschwindigkeiten ins Schaukeln, so daß der Aufenthalt für die Fahrgäste namentlich auf den Plattformen ein recht unbequemer wurde, ganz abgesehen von der Entgleisungsgefahr.

Die so entstandenen Nachteile suchte man zunächst durch die Einführung eines größeren Radstandes auszugleichen. Bei festachsigen Untergestellen denselben zu vergrößern, erschien damals nicht angebracht, weil die Gefahr der Entgleisung als naheliegend und groß betrachtet wurde.

Man nahm daher die Vollbahnen als Vorbild und so entstanden die Lenkachswagen. Dieselben haben im großen Ganzen den Erwartungen, welche man auf sie setzte, nicht entsprochen. Auf die Gründe näher einzugehen, ist hier nicht der Ort.

Jedenfalls führten die wenig günstigen Erfahrungen dazu, die Wagen- und Untergestellfabriken zu neuen Konstruktionen zu veranlassen. Das Ergebnis derselben war das einachsige Drehgestell.

Eingehendere Betrachtungen von einachsigen Drehgestellen finden sich in der Zeitschrift Elektrische Bahnen

und Betriebe, Jahrgang 1905, Nr. 8 und in der Deutschen Straßen- und Kleinbahnzeitung, Jahrgang 1907, Nr. 47.

Beide Ansätze gipfeln darin, daß es möglich geworden sei, durch einachsige Drehgestelle bestimmter Konstruktionen wesentliche Vorteile in technischer und wirtschaftlicher Beziehung zu erzielen.

Von anderer Seite werden wiederum Drehgestelle anderer Ausführung empfohlen, welche die gleichen Vorzüge aufweisen sollen.

Übereinstimmend wird aber von den Freunden der einachsigen Drehgestelle erklärt, daß die technischen Vorzüge in der leichten Einstellbarkeit in den Kurven, dem großen Radstande und dem sich darauf ergebenden ruhigen Fahren des Wagens bestehen.

Die wirtschaftlichen Vorzüge seien die Folgen der technischen und kämen in geringerer Schienenabnutzung, geringerem Verschleiß der Bandagen und niedrigerem Stromverbrauch in den Kurven zum Ausdruck.

Es dürfte zunächst von Interesse sein, die einachsigen Drehgestelltypen, welche bisher zur Anwendung gelangten, aufzuführen. Es sind zwei Gruppen zu unterscheiden:

1. zwangläufige Drehgestelle, bei welchen das eine Untergestell das andere steuert,

2. voneinander unabhängige Drehgestelle.

Drehgestelle der ersten Gruppe sind von der Maschinenbaugesellschaft Nürnberg in großer Zahl hergestellt worden. Dieselben bestehen aus zwei einachsigen Drehgestellen, welche durch Verbindungsglieder in eine am Wagenboden befestigte Schwinge eingelenkt sind.

Etwas Ungünstiges ist über diese Drehgestelle zwar nie bekannt geworden. Dieselben können aber nicht den Anspruch darauf machen, Vorteile gegenüber den Untergestellen mit festen Achsen zu besitzen, weil sie eben durch die Zwangläufigkeit grundsätzlich nichts anderes sind als festachsige Untergestelle mit großem Radstande.

Die Ausführungen, welche Herr Lemaire in seinem obenerwähnten Aufsatze in der Deutschen Straßen- und Kleinbahnzeitung über diese Untergestelle macht, treffen in jeder Weise zu, und mit vollem Recht weist er darauf hin, daß die radiale Einstellung des vorderen Drehgestelles erst dann erfolgen kann, wenn auch das hintere Drehgestell in die Kurve eingefahren ist. — Demnach erfolgt die Einstellung zu spät, und die Drehgestelle sind fast mit dem gleichen Nachteil behaftet wie die festachsigen Untergestelle.

Daß letztere ebenso vorteilhaft sind wie einachsige Drehgestelle ebengenannter Type, dürfte die städtische Straßenbahn in Nürnberg beweisen. Diese besitzt eine Anzahl Wagen mit einachsigen Drehgestellen der Maschinenbaugesellschaft Nürnberg — Radstand 3,0 m —, hat aber bei Neubeschaffungen Triebwagen mit festachsigen Untergestellen bei einem Radstande von 2,8 m eingestellt.

Dieses Vorgehen muß auch als Beweis dafür aufgefaßt werden, daß die fraglichen einachsigen Drehgestelle nicht in der Weise den Erwartungen entsprochen haben, wie bei ihrer Beschaffung vorausgesetzt worden war.

Des weiteren hat Schreiber dieser Zeilen aus eigener Erfahrung feststellen können, daß bei einer in Italien gebauten Bahn, welche kleine Krümmungshalbmesser besitzt, die einachsigen Drehgestelle bei einem Radstande von 3,2 m nur mit heftigem unangenehmen Geräusch durch die Kurven gingen und daß bei diesen Drehgestellen ein starker Verschleiß an den Teilen eintrat, welche die Einlenkung des Drehgestelles in die Schwinge am Wagenboden bewirkten, ein Beweis also, daß diese Drehgestelle sich genau in der gleichen Weise durch die Kurven zwängten wie festachsige Untergestelle.

Als Vorteil dieser einachsigen Drehgestelle gegenüber einachsigen Drehgestellen anderer Bauart könnte man höchstens ihr geringes Gewicht gelten lassen, das etwa 1500 kg pro Drehgestell beträgt. Ein Nachteil dagegen ist, daß der Wagenkastenboden kräftiger ausgebildet werden muß als bei festachsigen Untergestellen, so daß das Mehrgewicht von Wagenkasten plus Untergestell immerhin um 1,5 bis 2 t höher sein dürfte als bei festachsigen Wagen gleicher Größe.

Die einachsigen Drehgestelle der unter 2) genannten Type sind in größerer Anzahl von der Bergischen Stahlindustrie in Remscheid und der Waggonfabrik vorm. Busch in Bautzen hergestellt worden. Einzelausführungen hat auch die Waggonfabrik vorm. P. Herbrand & Co. in Köln-Ehrenfeld und der Düsseldorfer Eisenbahnbedarf in Düsseldorf-Oberbilk geliefert.

Die Drehgestelle der Bergischen Stahlindustrie besitzen die sog. Pendelstützen, durch welche die Rückstellung auf der geraden Strecke erfolgen und das Schlingern des Wagenkastens vermieden werden soll.

Derartige Untergestelle haben im Betriebe der Westdeutschen Eisenbahngesellschaft auf der Strecke Remscheid-Halbach Verwendung gefunden. Hierbei ergaben sich folgende Anstände:

Die Einstellung der Drehgestelle in den Kurven erfolgte nur dann, wenn die Wagen mit nicht zu geringer Geschwindigkeit in dieselben hineingingen, eine Erscheinung, die ja auch von den Lenkachsen bekannt ist. Bei langsamem Fahren zeigte sich Neigung zu Entgleisungen.

Ferner machte sich bei den Wagen in den Kurven und auf der Geraden ein Schlingern bemerkbar. Es dürfte dies darauf zurückzuführen sein, daß das hintere Drehgestell den Wagenkasten schiebt, weil der Drehzapfen vor dem Drehgestell liegt, also nach der Wagenmitte zu.

Es steht zu befürchten, daß das Schlingern in noch viel stärkerem Maße auftreten wird, wenn die Form der Wälzungsbögen an den Pendelstützen, besonders das mittlere gerade Stück, durch die unvermeidliche Abnutzung geändert worden ist.

In diesem Falle würde die Rückstellkraft in der geraden Strecke noch ganz erheblich heruntergehen.

Die eigenartige Konstruktion der Pendelstützen verursacht ferner eine starke Abnutzung der aufeinander gleitenden Führungsteile der oberen und unteren Hälfte des Pendelstückes.

Durch diesen Verschleiß entsteht ein großer toter Gang beider Teile gegeneinander und demgemäß eine Verschlechterung der Rückstellkraft.

Endlich stellte es sich als ein Fehler heraus, daß die Pendelstützen in ihrem Ausschlag zu wenig begrenzt sind.

Hierdurch wurde eine derartige Umlegung der Pendelstützen herbeigeführt, daß das Drehgestell überhaupt nicht mehr in seine ursprüngliche Lage zurückgebracht werden konnte.

Selbst wenn man annimmt, daß dieser letztgenannte Mangel durch entsprechende Änderungen der Konstruktion behoben werden kann, so zeigen die übrigen Fehler doch, daß die einachsigen Drehgestelle gerade für die Zwecke nicht genügten, für welche sie geschaffen sind, d. h. für gutes Einstellen und für die Vermeidung von Schlingerbewegungen in den Kurven.

Die Buschschen Drehgestelle, bei welchen die Rückstellung durch Gehänge erfolgen soll, haben bereits einige Wandlungen durchgemacht, so daß es drei verschiedene Ausführungsarten gibt, von denen eine in der Umgegend von Dresden (Niedersedlitz-Kreischa), die zweite in Genf, die dritte bei der oberitalienischen Überlandbahn Varese-Luino Verwendung gefunden haben.

Die beiden ersten Ausführungen haben den Erwartungen nicht voll entsprochen, indem die Einstellung in den Kurven und bei dem Ausfahren aus den Kurven manches zu wünschen ließ, während die dritte Ausführung erst seit einigen Monaten im Betriebe ist, so daß ein Urteil über die Bewährung verfrüht wäre.

Betrachtet man die vorstehenden Ergebnisse, so ergibt sich daraus, daß die technischen Vorzüge der einachsigen Drehgestelle keinesfalls so große sind, wie von den Anhängern derselben angenommen wird.

Noch ungünstiger gestalten sich aber die Verhältnisse, wenn man die wirtschaftlichen Vorteile näher betrachtet.

Es kann zugegeben werden, daß, richtige Einstellung der Drehgestelle vorausgesetzt, ein geringerer Stromverbrauch gegenüber festachsigen Untergestellen in den Kurven erzielt wird; von einer solchen auch auf der geraden Strecke zu sprechen, ist aber nicht angängig und unbewiesen.

In Durchschnittsbetrieben werden aber die Kurven immer nur einen geringen Prozentsatz der ganzen Betriebsstrecke ausmachen, so daß also die Stromersparnis sich nur in Prozenten von Prozenten darstellt. Dieser Vorteil darf also nicht zu hoch veranschlagt werden. Zu ihm würde dann noch, immer richtige Einstellung vorausgesetzt, eine Ersparnis an Bandagen treten, weil diese in den Kurven einen geringeren Verschleiß erleiden.

Diese Vorteile werden aber vollkommen aufgehoben durch die außerordentliche Gewichtsvermehrung, welche Wagen mit voneinander unabhängigen Drehgestellen besitzen. Es seien hier zum Vergleich folgende Zahlen gegenübergestellt:

a) Die Straßenbahn Solingen besitzt Wagen mit festen Achsen und einachsigen Drehgestellen. Beide Ausführungen bieten Raum für 24 Sitz- und 16 Stehplätze. Das Gewicht des festachsigen Wagenkastens beträgt 4640 kg, das des Drehgestellwagenkastens 6140 kg, also ein Unterschied von 1,5 t. Das festachsige Untergestell wiegt etwa 2600 kg, während die beiden Drehgestelle 3900 kg wiegen, also ein Unterschied von 1,3 t. Das Gesamtmehrgewicht eines Drehgestellwagens beträgt also 2,8 t.

b) Die 24sitzigen Straßenbahnwagen für die Strecke Remscheid-Halbach mit einem Radstande von 4,3 m, welche ganz geschlossene Plattformen besitzen, wiegen leer ohne elektrische Ausrüstung 11,0 t, während gleichgroße Wagen der elektrischen Bahn Groß-Lichterfelde —Stahnsdorf (Radstand 2,2 m) 8,0 t wiegen, also ein Unterschied von 3,0 t pro Wagen. — Da dieses Mehrtotgewicht der einachsigen Drehgestellwagen dauernd mitgeführt werden muß, so bedeutet das einen ganz erheblichen dauernden Mehrstromverbrauch, welcher auf den leeren Wagen ohne elektrische Ausrüstung bezogen zwischen 30 und 40% schwankt.

Nimmt man die elektrische Ausrüstung eines derartigen Wagens mit 2,5 t und die mittlere Personenbesetzung mit 1,5 t, zusammen 4 t an, so würde das Mehrgewicht des Drehgestellwagens gegenüber dem festachsigen Wagen immer noch 20 bis 25% betragen. Rechnet man die Tagesleistung eines Wagens mit 100 km und die Zahl der Betriebstage mit 300, so ergibt sich, daß der Drehgestellwagen $300 \cdot 100 \cdot 3 = 90000$ t-km im Jahr mehr leistet als der gleichgroße festachsige Wagen.

Rechnet man für einen Tonnenkilometer 55 W.St. an der Stromerzeugungsstelle, was keinesfalls hoch bemessen ist, so ergibt dies für einen Wagen einen jährlichen Mehrstromverbrauch von rd. 5000 KW.St.

Bei den zwangläufigen Drehgestellen der Maschinenbaugesellschaft Nürnberg ist das Wagengewicht und der Stromverbrauch natürlich entsprechend geringer, weil diese, wie schon oben gesagt, nur etwa 1,5 bis 2 t schwerer sind als die gleichgroßen festachsigen Triebwagen.

Dafür besitzen sie aber genau die gleichen technischen Mängel, welche man den Untergestellen mit festen Achsen zum Vorwurf macht, so daß sie letzteren gegenüber außerdem noch den Nachteil des größeren Gewichtes aufweisen.

Wenn man aber auf der einen Seite zugunsten der einachsigen Drehgestelle den geringeren Stromverbrauch in den Kurven und den geringeren Bandagenverschleiß anführt, so muß man mit demselben Recht auch die Nachteile berücksichtigen, welche der Oberbau durch das Mehrgewicht der Drehgestellwagen erleidet.

Aus den vorhin angeführten Zahlen ergibt sich, daß jede Achse eines Drehgestellwagens eine dauernde Mehrbelastung von 1,5 t besitzt.

Naturgemäß müssen derartige Wagen einen größeren Verschleiß des Oberbaues und damit auch größere Unterhaltungskosten herbeiführen wie die leichteren festachsigen Wagen.

Bestimmte Zahlen hierfür anzuführen, ist natürlich unmöglich. Die Tatsache aber, daß höhere Kosten erwachsen, kann wohl nicht abgeleugnet werden.

Würdigt man die weiter oben angeführten Zahlen und Angaben, so kann von wirtschaftlichen Vorteilen bei Triebwagen mit einachsigen Drehgestellen nicht mehr die Rede sein.

Vielmehr muß man zur Überzeugung kommen, daß derartige Fahrzeuge in normalen Betrieben keine Berechtigung haben, sondern nur für solche Betriebe geeignet sind, welche ganz besondere Verkehrseinrichtungen erfordern.

Es sind dies Bahnen in Städten mit engen steilen Straßen, welche zahlreiche und kleine Kurven besitzen, deren Halbmesser unter 15 m liegt.

Wenn in solchen Städten dann starker Verkehr herrscht, ergibt sich die Notwendigkeit, Wagen mit großem Fassungsraum zu beschaffen, bei welchen die Adhäsion voll ausgenutzt wird.

Derartigen Anforderungen entspricht dann ein Wagen mit einachsigen Drehgestellen am besten, natürlich unter der stillschweigenden Voraussetzung, daß die einachsigen Drehgestelle sich in den Kurven gut einstellen und bei der Ausfahrt aus den Kurven in die Gerade in die ursprüngliche Lage leicht zurückgehen.

Für Überlandbahnen werden einachsige Drehgestelle überhaupt nicht in Frage kommen; denn bei diesen ist der Anteil der Kurvenstrecken an den Gesamtstrecken erfahrungsmäßig ein recht geringer.

Den Zweck der einachsigen Drehgestelle aber ganz verkennen, heißt es, wenn man diese für Wagen, welche für weniger als 21 Sitzplätze und mehr als 24 Sitzplätze gebaut sind, verwenden will.

In ersterem Falle lassen sich festachsige Untergestelle sehr wohl verwenden, was noch gleich erörtert werden soll, im zweiten Falle wird das Wagengewicht so groß, daß die Achsbelastung unzulässig hoch wird.

Bei den vorhin erwähnten 24 sitzigen Wagen der Strecke Remscheid-Halbach beträgt die Achsbelastung für den vollbesetzten Wagen bereits 8,5 t.

Wenn man nach vorstehenden Betrachtungen, welche zu einem wenig günstigen Ergebnis über die Verwendbarkeit der einachsigen Drehgestelle führen, die Frage aufwirft, ob man mit Wagen, welche festachsige Untergestelle besitzen den Anforderungen des heutigen Ver-

kehrs gerecht werden kann, so ist diese Frage entschieden zu bejahen.

Die Betriebserfahrungen, welche in den letzten Jahren gemacht worden sind, haben ergeben, daß man mit den Radständen der festachsigen Untergestelle weitergehen darf, als dies früher versucht wurde.

Man kann bei einem Radstande von 2 m anstandslos normalspurige Kurven von 15 m Halbmesser befahren. Bei einem Radstande von 1,8 m ist es sogar möglich, auf 12 m Krümmungshalbmesser herunterzugehen.

Die Straßenbahnen, welche auf ihren Betriebsstrecken kleinere Kurven besitzen, gehören aber zu den Ausnahmen und können somit für normale Betriebsverhältnisse nicht in Frage kommen. Bei 20 m Krümmungshalbmesser können Wagen mit einem festen Radstande von 2,2 m anstandslos verwendet werden.

Für Meterspur liegen die Verhältnisse natürlich noch entsprechend günstiger, da das Vorauslaufen des Innenrades in der Kurve geringer ist wie bei Normalspur.

Betrachtet man den zulässigen Fassungsraum der Wagenkasten, welche im Zusammenbau mit festachsigen Untergestellen Verwendung finden können, so kann man ungefähr folgende Normen aufstellen:

a) Radstand von 1,8 m, Wagenkasten für 18 Sitzplätze, 12 bis 14 Stehplätze, mit offenen Plattformen,

b) Radstand von 2 m, 1) Wagenkasten für 20 bis 24 Sitzplätze, 12 bis 14 Stehplätze, mit offenen Plattformen; 2) Wagenkasten für 18 Sitzplätze, mit ganz oder teilweise geschlossenen Plattformen, welche 14 bis 16 Stehplätze besitzen.

c) Radstand von 2,2 m, Wagenkasten für 24 Sitzplätze und 14 bis 16 Stehplätze, mit ganz geschlossenen Plattformen.

In vorstehenden drei Fällen ist angenommen, daß die Fahrgeschwindigkeit innerhalb der üblichen Grenzen bleibt, 35 km/St. also keinesfalls überschreitet.

Die Anordnung der Sitzplätze kann als Längs- oder Quersitze erfolgen, da ja die Wagenkastenlänge für beide Anordnungen fast genau die gleiche bleibt.

Bei Wagen, welche für mehr als 24 Fahrgäste Sitzgelegenheit im Innern bieten sollen, ergibt sich die Verwendung von zweiachsigen Drehgestellen wegen der Achsbelastung als Notwendigkeit.

Für die Mehrzahl der deutschen Bahnen wird der vierachsige Wagen nur für Vorort- oder Überlandstrecken in Frage kommen, für den zweiachsigen Wagen dürfte aber das festachsige Untergestell, wenn dasselbe in sachgemäßer Weise ausgewählt wird, auch in Zukunft in erster Reihe zur Verwendung gelangen.

Die Schachtanlage Heinrich & Robert des Steinkohlenbergwerks „de Wendel“ in Herringen bei Hamm i. Westf.

Von Bergwerksdirektor **A. Hochstrate** in Herringen bei Hamm.

(Schluß.)

Kesselanlage.

Wegen der bei Inangriffnahme der Schachtanlage herrschenden ungünstigen Wasserverhältnisse (man war auf das für Kesselspeisungszwecke äußerst minderwertige Lippewasser angewiesen) entschied man sich für den einfachsten, den Cornwallkessel, welcher sich bereits seit vielen Jahrzehnten in dem rauhen Bergwerksbetriebe bestens bewährt hat. Da, wie schon eingangs bemerkt, damit gerechnet werden mußte, daß beim Abteufen erhebliche Wasserzuflüsse erschroten werden könnten, wurden direkt acht dieser Kessel von je ca. 100 qm Heizfläche zur Aufstellung gebracht. Sie sind von der Firma Piedboeuf & Cie. in Düsseldorf erbaut und arbeiten mit 10 Atm. Überdruck. Mit diesem ersten Ausbau der Dampfkesselanlage war bei der späteren Disposition für den Ausbau des elektrischen Kraftwerkes die wichtigste Frage, die Dampfspannung, bereits entschieden, und daraus erklärt es sich auch, daß nicht Dreifachexpansionsmaschinen, sondern Verbundmaschinen zur Aufstellung gekommen sind. Inzwischen ist der unglückliche Zustand bezüglich des Kesselspeisewassers dadurch beseitigt worden, daß das Wasserwerk für das nördliche westfälische Kohlenrevier zu Gelsenkirchen dasjenige von Unna angekauft und auf Grund eines mit der Zeche de Wendel schon früher geschlossenen Abkommens dieselbe mit einem Rohrwasseranschluß an das Unnaer Wasserwerk versehen hat. Da weiter auch die vorhin beschriebene Kondensationsanlage mit Rückkühlung in Betrieb gekommen ist, so wurde es ermöglicht, für den weiteren Ausbau der Dampfkesselanlage vier Babcock und Wilcox-Patentwasserrohrdampfkessel von je 265 qm Heizfläche, mit 10 Atm. Überdruck arbeitend, zur Aufstellung zu bringen. Diese Kessel sind mit Babcock und Wilcox-Dampfüberhitzern von je 50 qm Heizfläche und mit mechanischer Patentkettenrostfeuerung von je 8,14 qm Rostfläche ausgerüstet. Auch die erwähnten 8 Cornwallkessel sind zwischenzeitig mit Babcock und Wilcox-Dampfüberhitzern von je 23 qm Heizfläche ausgerüstet worden. In Verbindung mit den vier Babcockkesseln ist auch ein Economiser System Green von 640 qm Heizfläche, bestehend aus 640 vertikalen gußeisernen Röhren von 102 mm lichtem und 127 mm äußerem Durchmesser, eingebaut worden. Die Heizfläche des Economisers ist so groß gewählt, daß das Speisewasser der vier Kessel bis auf eine Temperatur von 100° C angewärmt wird. Zum Antrieb der Kettenroste und des Economisers dient je ein Drehstrommotor von 4 PS bei 1450 minutlichen Umdrehungen und 500 Volt Spannung. Diese Motoren sind von der Firma Max Schorch & Cie. in Rheydt geliefert.

Fig. 69. Blick ins Kesselhaus.

Die Rauchkanäle sind so angeordnet, daß während des Betriebes des Economisers jederzeit aus dem Fuchs ausgeschaltet werden kann. Im übrigen ist die Konstruktion derselben, wie auch diejenige der Kessel selbst, so allgemein bekannt, daß sich ein weiteres Eingehen darauf erübrigt.

Das Kesselhaus, in dessen Inneres Fig. 69 einen Blick tun läßt, ist in Eisenfachwerk ausgeführt. Die

lichten Abmessungen sind 49,8 m Länge, 21 m Breite und 5,8 m Höhe von Kesselhausflur bis Unterkante Dachbinder.

Das Gebäude ist durch eine große Anzahl Fenster sowie ein drehgehendes Laufkranoberlicht gut belichtet. Die Gebäudewand links wird durch die Kohlenbunker gebildet, von welchen aus absperrbare Anslaufrutschen vor jedem Kessel münden. Hinter dem Kesselhaus hat ein 400 cbm Wasser fassendes Hochbassin, von der Firma Aug. Klönne-Dortmund geliefert, Aufstellung gefunden. In dem unter dem Hochbehälter in Kesselhausflurhöhe befindlichen Pavillon sind die Speisepumpen zur Aufstellung gelangt.

Der Fuchs der Kesselanlagen ist an den Kamin von 60 m Höhe und einer oberen Weite von 2,25 m angeschlossen. Der Kamin ist von der Firma A. Rübenkamp in Dortmund erbaut worden.

Der Aschenkanal vor den Kesseln schließt an einen Aufzug an, durch den die Förderwagen, in die die Asche aus den Aschtaschen abgezogen wird, auf die Kesselkohlentransportbrücke gehoben werden.

Sieberei und Wäsche.

Die Aufbereitungsanlage, bestehend aus der Separation und Wäsche, ist von der Maschinenbauanstalt Humboldt in Kalk geliefert worden. Die Separationshalle stößt unmittelbar an die Hängebank und bietet Platz für vier Lesebänder, wovon zunächst zwei Stück zur Ausführung gelangt sind. Sie sind so groß bemessen, daß auf jedem Band pro Stunde 26 t Stückkohlen verladen werden können.

Die Förderwagen werden mittels eines maschinell bewegten Kreiselwippers auf das mit 80 mm runder Lochung versehene Exzenterschwingsieb gestürzt. Die Kohle über 80 mm gelangt dann über das Transport- und Verladeband von 1060 mm Breite und ca. 20,5 bzw. 22,5 m Länge als Stückkohle in die Eisenbahnwagen, nachdem auf dem Verladeband die etwa enthaltenen Berge durch eine Anzahl jugendlicher Arbeiter ausgeklaubt worden sind. Mittels maschinell bewegter Aufziehvorrichtung kann das Transportband in beliebiger Weise aufgezogen bzw. in den Eisenbahnwagen hineingesenkt werden, um so die Stücke bei der Verladung möglichst vor Zerfall zu schützen. Die Klaubeberge werden mittels eines elektrisch angetriebenen Aufzuges von der Lesebühne auf die Verladebühne zurückgehoben.

Der Eisenbahnwagen steht während der Verladung auf einer Waggonwage, welche ohne Gleisunterbrechung in das Ladegleis eingebaut ist. Die Bedienung der Wage erfolgt von der Lesebandbühne aus, so daß der Wagen fix und fertig verwogen den Ladestrang verläßt.

Die Wäsche ist als Doppelsystem vorgesehen, deren jedes eine stündliche Leistung von 100 t Nußgruskohlen unter 80 mm zu verarbeiten imstande ist. Zunächst ist nur ein System zur Ausführung gelangt.

Die auf den Exzentersieben der Sieberei abgesiebten Nußgruskohlen unter 80 mm speichern sich in je zwei Füllrümpfen an, deren Fassungsraum je ca. 380 t beträgt. Mittels der Aufgabebecherwerke wird die Nußgruskohle dem hoch liegenden Vorklassiersiebe zugehoben und in Grob-, Mittel- und Feinkohlen (etwa 80—25 mm, 25—7 mm und 7—0 mm) klassiert. In Rinnen werden diese Siebprodukte den Grobkornsetzmaschinen (80 bis 7 mm) bzw. den Feinkornsetzmaschinen (7—0 mm) mittels Wasserspülung zugeführt und gewaschen. Von den Grobkornsetzmaschinen wird die gewaschene Kohle in Rinnen den horizontal arbeitenden Klassiersieben zugeleitet und in die Korngrößen 80—50 (Nuß I), 50—30 (Nuß II), 30—15 (Nuß III) und 15—7 mm (Nuß IV) klassiert, um sich hierauf in den einzelnen Nußkohlentaschen aufzuspeichern. Um möglichst an Gefälle zu sparen und die einzelnen Taschen auszunutzen, sind zwei horizontal arbeitende Klassiersiebe und Doppeltaschen für jedes System angeordnet. In den Taschen für Nuß I, II und III sind zur Schonung der Kohle und Vermeidung des direkten Falles spiralförmig gewundene Ableitungsrutschen vorgesehen. Unterhalb der einzelnen Nußtaschen sind Absperrschieber angeordnet, aus denen die einzelnen Nußsorten auf feststehende Abbrausesiebe austreten, um vor der Verladung mittels klaren Wassers abgespült und von anhaftendem Grus befreit zu werden. Hierauf erfolgt die Verladung mittels heb- und senkbarer Verladerutschen in die Bahnwagen.

Von den Abteilungen der Feinkornsetzmaschinen werden die gewaschenen Kohlen nach den feststehenden Vorentwässerungssieben geführt, um nach Verlassen der Siebe auf das Entwässerungsband zu kommen. Auf diesem findet eine Nachentwässerung statt, und die Kohle wird durch das Band den hochliegenden Verteilungskratzbändern oberhalb der Türme zugehoben. Auf dieses Entwässerungs- und Transportband wird gleichfalls der aus den hochliegenden Spitzkästen abgezogene Schlamm geleitet, ferner das Fehlkorn aus dem Rücklaufwasser der Entwässerungssiebe oberhalb der Nußtaschen. Dieses sowie der Schlamm werden der gewaschenen Feinkohle regelmäßig zugesetzt, um eine gleichmäßig gemischte Kokskohle zu erzielen. Durch das verschiedene Überschlagen der Feinkohle beim Fall von dem Entwässerungsband in die Kratzbänder bzw. in die Turmabteilungen wird die Mischung noch vollständiger. Um nach Bedarf der Kokskohle gewaschene Nüsse zuführen zu können, werden diese durch Umstellen einer Klappe von den Klassiersieben auf das Kokskohlenentwässerungsband gebracht und durch eine im Kokskohlenturm aufgestellte Schleudermühle zerkleinert.

Der Kohlenturm, welcher vorab aus zwei Batterien von je vier Abteilungen besteht, ist in seinen Abmessungen für einen Fassungsraum von 1200 t vorgesehen, so daß die Feinkohle genügend Zeit hat, nachzuentwässern.

Der auf den Setzmaschinen ausgewaschene Schiefer gelangt durch die Austragung in das Unterfaß der Setzmaschinen und wird hierauf durch die Bergeschmecke dem Schieferbecherwerk zugeschraubt. Letzteres hebt die Berge entwässert den Bergvorratsbehältern zu. Die Abfuhr der Berge erfolgt in Förderwagen in Hängebankhöhe.

Die Wasserzirkulation in der Wascheanlage wird in der Weise bewirkt, daß die in die Klärrinnen übertretenden geklärten Wässer in Rohrleitungen den Setzmaschinen und Kohlengerinnen mit Überdruck zugeführt werden. Die durch die feststehenden Vorentwässerungssiebe fließenden Wässer der Feinkohlen und die Rücklaufwässer der großen Setzmaschinen werden durch eine große Zentrifugalpumpe den Verteilungsrinnen der Spitzkasten zugeschoben, damit sich dieselben dort klären und als Speisewasser für Setzmaschinen und Gerinne wieder benutzt werden können.

Alle aus den tiefliegenden Abbrause- und Entwässerungssieben unterhalb der Nußtaschen abfließenden Wässer sowie die Tropfwasser der Kokskohlenturme werden durch eine kleine tiefstehende Zentrifugalpumpe dem Sammelbassin der großen Pumpe zugehoben und auf diese Weise den Spitzkasten zur Klärung wieder zugeführt. Zeigen sich lettenhaltige Schlämme, welche aus der Wäsche entfernt werden müssen, so können diese aus den letzten Spitzen der Klärbehälter abgezogen werden.

Der Betrieb der Wäsche und Siebereianlage erfolgt durch acht Elektromotoren, und zwar durch einen 125 PS-Motor bei 490 Umdr. pro Minute zum Antrieb der Hauptzentrifugalpumpe, einen 40 PS-Motor bei 720 Umdr. pro Minute zum Antrieb der Setzmaschinen, zwei 55 PS-Motoren bei 720 Umdr. pro Minute zum Betrieb der Schleudermühle bzw. des Entwässerungsbandes und der Kratzbänder, einen 30 PS-Motor bei 720 Umdr. pro Minute für das Aufgabebecherwerk, einen 35 PS-Motor bei 960 Umdr. pro Minute für die kleine Zentrifugalpumpe bzw. für die Ellipsensiebe und endlich einen 12 PS-Motor bei 960 Umdr. pro Minute für den Aufzug von 4,8 m Förderhöhe von der Lesebühne zur Verladebühne.

Die Motoren haben sämtlich ein in besonderer Weise gegen die Aufnahme von Feuchtigkeit geschütztе Wickelung erhalten und sind bis zu einer Leistung von 39 PS einschließlich als 500 Volt-Motoren, die für höhere Leistungen direkt als Hochspannungsmotoren für 3000 Volt ausgeführt.

Für die Motoren unter 40 PS, welche mit 500 Volt gespeist werden, ist ein Transformator aufgestellt. Die Motoren haben alle wenigstens ein $2^1/_2$ faches Anzugsmoment, abgesehen von den beiden Motoren für die beiden Zentrifugalpumpen, welche nur für normales Anzugsmoment eingerichtet sind. Als Anlasser für die Motoren sind durchweg Metallanlasser mit Ölkühlung und mit staubdichter Abdeckung verwendet worden. Die Stromzuführung von dem Kraftwerk erfolgt mittels eines Kabels von $3 \cdot 25$ mm² Querschnitt, welches für ein Wäschesystem ausreicht. Bei dem späteren Ausbau des zweiten Systems soll ein Kabel von gleichem Querschnitt hinzu gelegt werden, so daß man dann bei Defekt eines Kabels den Betrieb durch das zweite Kabel wenigstens für ein Wäschesystem aufrecht erhalten kann. Ev. kann man beide Kabel wechselseitig an die zu dem anderen Wäschesystem gehörige Schaltanlage anschließen und so von jedem der beiden Kabel auf jede Wäschehälfte arbeiten.

Die Schaltkastenanlage ist als abgeschlossenes Gehäuse ausgebildet, in welchem für jeden Abzweig je ein dreipoliger Hochspannungsölschalter, je eine dreipolige Hochspannungsröhrensicherung und je ein Stromzeiger angeordnet ist. Außerdem enthalten die Schaltkasten die gleichen Apparate für die Hauptzuleitung, so daß man in der Lage ist, mit einem Griff die hinter der Schaltanlage liegenden Abzweige vom Netz abzutrennen. An den Hochspannungsschaltkasten schließt sich der Schaltkasten für die Niederspannungsmotoren an, welcher außer den Apparaten für die letzteren auch noch Sicherung, Stromzeiger und Ausschalter für die Unterspannungsseite des Transformators enthält. Die beiden Schaltkastenanlagen sind durch eine massive Wand, in welcher sich eine verschließbare Tür befindet, vollständig von dem übrigen Wäscheraum abgetrennt, so daß nur das mit der Überwachung der elektrischen Anlagen betraute Personal Zugang zu der Anlage hat.

Vor den einzelnen Feldern der Schaltkasten sind die Anlasser für die Motoren angeordnet, es hat dies den Vorteil, daß man beim Anlassen eines jeden Motors den entsprechenden Stromzeiger beobachten und so feststellen kann, ob der Anlauf in ordnungsmäßiger Weise vonstatten geht.

Ziegelei.

Im Gegensatz zu den auf den Zechen des hiesigen Kohlenreviers bisher ausschließlich in Anwendung stehenden sog. Trockenpressen ist auf der Zeche de Wendel die Ziegelei mit einer Strangpresse ausgerüstet. Ebenso hat man hier zum erstenmal das Ringofensystem verlassen und einen Kanalofen angelegt. Es dürfte sich daher verlohnen, auf diese Anlage etwas näher einzugehen.

Abgesehen von der erwähnten Strangpresse, bietet der maschinelle Teil gegen die bisher gebräuchlichen Anlagen keine wesentlichen Veränderungen.

Der Gang der Fabrikation ist kurz folgender:

Der aus der Grube geförderte Grubenschiefer wird wie gewöhnlich auf einen Steinbrecher von 500 · 320 mm Maulweite aufgegeben und von diesem in Stücke von etwa 50 mm zerkleinert. Der Schiefer fällt dann auf die unterhalb des Steinbrechers befindliche Rutsche, die durch einen Sattel geteilt ist, so daß das Material zu gleichen Teilen den links und rechts befindlichen tiefer stehenden Kollergängen zugeführt wird. Die Kollergänge haben seitlich zwei gußeiserne Ständer, welche mit Schlittenführung für die Kollerachse versehen sind. Die Koller haben einen Durchmesser von 1900 mm und eine Breite von 425 mm, sie sind mit auswechselbaren Coquillenhartgußringen versehen und wiegen pro Stück ca. 5000 kg. Die sechsteilige Bodenplatte (Kollerbahn) ist aus Hartstahl hergestellt und ebenfalls auswechselbar. Der seitlich angebrachte Siebkranz hat zwölf auswechselbare Stahlsiebe von 3 mm Lochung. Um eine Verstopfung der Siebe zu vermeiden, sind die Löcher um 1 mm konisch. Die Kollergänge haben in der Mitte ein gemeinsames Becherwerk, womit das Mahlgut in einen hoch liegenden Silo gehoben wird. Aus diesem Silo, der staubdicht ausgeführt ist, wird das Mahlgut durch die trichterförmige Auslaufrutsche der Mischmaschine zugeführt. Letztere ist 4000 mm lang, in ihr wird das Tonmehl so stark angefeuchtet, daß ein Teil sich vollständig zu Tonbrei auflöst. Durch die Schnecke wird das Material weiter einem Feinwalzwerk mit Walze von 600 mm Durchm. und 420 mm Breite zugeführt. Die Walze besitzt verschiedene Geschwindigkeiten, wodurch erreicht wird, daß die einzelnen Tonpartikelchen nochmals innig gemischt werden, bevor sie in die Strangpresse gelangen. Der Zylinder und Breitkopf der Strangpresse ist in vertikaler Richtung geteilt und die beiden Hälften, um sie zwecks Reinigung und Auswechseln der Messer leicht auseinanderklappen zu können, um starke Bolzen, welche an dem Rumpfstück befestigt sind, drehbar. Vor der Strangpresse steht der Abschneidetisch, auf dem der Tonstrang in die herzustellenden nassen Steine zerschnitten wird. Die Steine werden auf Etagenwagen gesetzt und durch einen Möller & Pfeiferschen Trockenkanal hindurchgeschoben. Der Trockenkanal besitzt fünf Parallelgleise, seine Breite beträgt 11,3 m und seine Länge 49,9 m, er faßt 150 Etagenwagen mit je 200 Steinen, also im ganzen ca. 30000 Stück Normalsteine. Sieben Wagen sind vorgesehen für den Umlauf und zur Reserve, so daß die Anlage im ganzen mit 157 Wagen arbeitet. Jeder Wagen hat eine Baulänge von 1650 mm. Das Trockenkanalwindwerk ist für diesen Hub bemessen. Sobald von der Presse aus fünf Wagen mit nassen Ziegelsteinen dem Trockenofen zugeführt sind, d. h. auf jedem Gleise einer, wird das Windwerk durch Umlegen eines Hebels von Hand eingerückt. Das Windwerk führt dann automatisch den Hub von 1650 mm aus und kehrt ebenso automatisch in seine Ursprungslage zurück.

Das Austreiben des Wassers erfolgt im Trockenkanal durch Kalorifer- und Kondensheizung nach dem System Möller & Pfeifer. Zur Erzielung der Ventilation sind neun kleine Ventilatoren vorgesehen, von denen jeder ca. $1/_2$ PS an Kraft benötigt. Das Absaugen der ausgenutzten heißen Luft bewirkt ein Exhaustor von ca. 3 PS. Die am anderen Ende des Trockenkanals gleichzeitig ausgestoßenen, vollständig getrockneten Steine gelangen

zum Brand in einen Möller & Pfeiferschen Kanalofen. Dieser besitzt eine Länge von 64 m und einen Querschnitt im Brennraum von durchschnittlich 4,2 qm bei 2,2 m Breite und maximal 1,9 m Höhe. Die Sohle des Kanalbrennofens wird durch eine Plattform aus feuerfesten Steinen gebildet, die auf den einzelnen Wagengestellen ruhen. Der Abschluß zwischen der beweglichen Plattform der Wagen und dem festen Mauerwerk wird durch eine Sandrinne bewirkt, welche mit den Seitenwänden

Fig. 70. Inneres der Ziegelei mit einem Brennwagen und zwei Etagenwagen

des Kanalofens fest verbunden ist, während an den Wagen Eintauchbleche angebracht sind, die den Luftverschluß zwischen dem Brennraum und dem Raum unter dem Wagen herstellen. Der Kanalofen enthält 27 hintereinander stehende Brennwagen, von denen jeder mit 2500 Steinen besetzt ist. Der Fassungsraum des Ofens beträgt mithin 67 500 Steine, die Brennzeit demnach bei einer Produktion von 19—20000 Stück pro Tag etwa $3^1/_2$ Tage. Die Arbeiter (die sog. Setzer) entnehmen die getrockneten Steine am Ausgang des Trockenkanals den Etagenwagen und setzen sie ordnungsgemäß auf die Brennwagen in gleicher Weise auf, wie dies im Ringofen zu geschehen pflegt. Ist ein Wagen voll besetzt, so wird die Hubtür des Brennkanals geöffnet und mittels einer Vorschubwinde der Wagen in den Kanal eingeschoben, während gleichzeitig am anderen Ende ein Wagen fertig gebrannter Steine ausgestoßen wird. Auch diese Vorschubwinde drückt den ganzen Wagenpark automatisch nur um genau eine Wagenlänge vorwärts und kehrt dann ebenso automatisch in die Ursprungslage zurück.

Fig. 70 zeigt einen Brennwagen und zwei Etagenwagen.

Der Unterschied des Kanalbrennofens gegenüber dem gewöhnlichen Ringofen besteht also darin, daß bei diesem die bewegliche Ofensohle mit den darauf befindlichen Steinen das Feuer durchläuft, während im Ringofen durch Verstellen des Luftzuges das Feuer durch die Steine hindurch läuft. Es ist bekannt, daß durch dieses wechselseitige Erhitzen und Erkalten der Wandungen des Ringofens dieser sehr leidet und trotz der vielen Dehnungsschlitze sehr häufig rissig wird. Der Brennkanal dagegen behält jahraus jahrein an ein und derselben Stelle immer ein und dieselbe Temperatur und Risse treten infolgedessen im Mauerwerk oder im Gewölbe nicht ein. Der Brennmaterialverbrauch ist dadurch naturgemäß auch ein geringerer. Befeuert wird der Ofen zunächst mit gewöhnlicher Streufeuerung, genau dem Ringofenbetrieb entsprechend. Vorgesehen ist die Befeuerung mittels Gas, sobald dieses aus der später zu errichtenden Kokerei zur Verfügung steht. Die zur Verbrennung notwendige Luft tritt am Ausgange des Brennkanals in diesen ein, durchstreicht etwa im ersten Drittel der Länge des Ofens die fertig gebrannten Ziegelsteine und entzieht diesen dadurch die Wärme bzw. kühlt dieselben ab, kommt also schon hoch vorgewärmt an die mittlere Zone (die Brennzone) heran; in der letzten Zone (der Vorwärmezone) durchzieht die heiße Luft die zunächst der Feuerungszone stehenden, sich schon fast in Glut befindlichen Steine, kühlt sich dem Ende zu immer weiter ab, so daß die frisch eingeschobenen Steine keinen Schaden nehmen können. Weiter werden die Abgase durch Absaugen mittels des Exhaustors dem Trockenkanal zugeführt und hier für den Trockenprozeß weiter ausgenutzt. Ein Schornstein ist nicht vorhanden. Besonders hervorzuheben ist, daß sämtliche Arbeiten für Aufsetzen und Auskarren der Steine im Freien ausgeführt werden, während diese Arbeiten beim Ringofenbetriebe innerhalb des Ofens bei großer Hitze und schlechter Luft zu verrichten sind.

Die Lichtmaße des Ziegeleigebäudes sind: 90 m Länge und 24 m Breite. Die Kosten der Gesamtanlage betragen rd. M. 190000 gegenüber ca. M. 150000 für eine Ringofenanlage. In der Ziegelei sind einschließlich des Meisters 15 Personen beschäftigt, gegen durchschnittlich 19 beim Ringofenbetrieb. Die Gesamtdurchschnittskosten für das Tausend fertig gestellter Steine betragen inkl. der Kosten für verbrauchte Reserveteile im Durchschnitt der bisherigen $2^1/_2$jährigen Betriebszeit M. 10,25. Die Mehrkosten der Anlage werden somit durch eine größere Produktion, Herstellung eines qualitativ besseren Steines mit rauhen Bindeflächen, welche sich im Mörtel außerordentlich festsaugen, aber schönen geraden Ansichtsflächen und durch Verbilligung der Selbstkosten reichlich aufgewogen.

Die Maschinen für den Trocken- und Brennkanal sind von der Firma Möller & Pfeifer in Berlin, die für die Herstellung der Ziegelsteine von dem Varresbecker Eisenwerk Büscher & Hartog in Elberfeld-Varresbeck geliefert.

Die Gesamtanlage wird elektrisch betrieben, und zwar dient ein Drehstrommotor von 125 PS mit 720 Umdr. pro Minute bei 3000 Volt Spannung zum Antrieb der Transmissionen und der Verarbeitungsmaschinen, ein zweiter Motor von 28 PS und 970 Umdr. pro Minute bei 500 Volt Spannung zum Antrieb des Exhaustors, der Zirkulationsventilatoren und des Windwerkes für den Trockenkanal, ein dritter Motor von 17 PS bei 960 Umdr. pro Minute und 500 Volt Spannung zum Antriebe des Exhaustors für den Kanalofen und ein vierter Motor von 9 PS mit 960 Umdr. pro Minute und 500 Volt Spannung zum Antrieb der Vorschubwindewerkes für den Kanalofen und den Seilaufzug zum Zurückziehen der leeren Brennwagen. Die Stromzuführung erfolgt von dem Kraftwerk durch ein Hochspannungskabel von $3 \cdot 25$ mm² Querschnitt. Für die drei Niederspannungsmotoren von 500 Volt ist ein besonderer 60 KW-Transformator in der Ziegelei aufgestellt, der den hochgespannten Drehstrom von 3000 Volt auf 500 Volt transformiert.

Die elektrische Anlage für die Ziegelei ist von den Siemens Schuckertwerken geliefert.

Werkstätten.

Das Werkstättengebäude enthält die Schmiede, Schlosserei, ein Vorratsmagazin und die Schreinerei. Die Größenverhältnisse der einzelnen Werkstätten ergeben sich aus dem Lageplan, Fig. 3, Heft 1.

Die Schmiede ist ausgerüstet mit:

5 Doppelschmiedefeuern,
1 Luftdruckhammer mit 150 kg Bärgewicht,
1 Bleehschere, verbunden mit Lochstanze und Profileisenschere,

1 Kaltsäge,
1 Biegemaschine für Handbetrieb,
1 Schleifstein.

Die Schlosserei ist ausgerüstet mit:

2 Bohrmaschinen,
1 Drehbank,
1 Hobelmaschine,
1 Sägeschärfmaschine.

Die Schreinerei ist ausgerüstet mit:

1 Kreissäge,
1 Bandsäge,
1 Abrichtmaschine,
1 Dickenhobelmaschine,
1 Hobelmesserschleifmaschine.

Sämtliche Werkzeugmaschinen sind mit elektrischem Einzelantrieb versehen und an den im Kraftwerk aufgestellten Drehstromtransformator von 3000/500 Volt Spannung angeschlossen.

Wasserhaltung.

Die Wasserhaltungsanlage besteht aus zwei auf der 730 m Sohle in der Nähe des Füllortes eingebauten Expreßpumpen der Maschinenfabrik Ehrhardt & Sehmer in Schleifmühle bei Saarbrücken.

Die Hauptabmessungen und Leistungen sind folgende:

Plungerhub	500 mm
Plungerdurchmesser	115 »
Minutliche Drehzahl	104
Reine Förderhöhe	750 m
Widerstandshöhe	820 »
Volumetrische Leistung (entsprechend 302 PS)	2150 l
Effektive Leistung	2000 l
Kraftbedarf an der Pumpenwelle . . .	460 PSe.

Der volumetrische Wirkungsgrad der Pumpen beträgt 93 %, der mechanische 85 %. Die Saughöhe der Pumpen beträgt 3,5 m. Wegen der schlechten Grubenwässer sind die Ventile, die Pumpenplunger usw. aus reiner Kupfer-Zinn-Bronze hergestellt. Zum Füllen der Lufthaube ist ein vertikaler zweistufiger Luftkompressor für elektrischen Antrieb mittels Riemen vorhanden, welcher bei 200 Umdr. pro Minute 400 l angesaugte Luft auf 82 Atm. komprimiert. Die von den Siemens-Schuckertwerken gelieferten Drehstrommotoren sind unmittelbar mit den Pumpen gekuppelt, für eine Dauerleistung von 480 PSe (an der Motorwelle gemessen) bei 104 Umdr. in der Minute bei Vollast, einer günstigen Klemmenspannung von 3000 Volt und 50 Perioden in der Sekunde gebaut. Bei voller Belastung beträgt der Wirkungsgrad 91 % ausschließlich Lagerreibung, die Phasenverschiebung $\cos \varphi = 0{,}78$. Jeder Motor ist imstande, beim Anlassen das $1^1/_2$ fache des der normalen Leistung entsprechenden Drehmoments zu entwickeln. Die Motoren sind mit Schleifringen zum Anschluß eines Anlassers ausgeführt. Die Wickelung ist mit einer gegen Feuchtigkeit besonders unempfindlichen Isolation versehen.

Zum Antrieb des erwähnten Luftkompressors dient ein 10 PS-Motor bei 955 Umdr. in der Minute und 110 Volt Spannung. Ein Öltransformator zur Transformierung der Spannung von 3000 auf 110 Volt für eine Leistung von 15 KVA dient zum Betriebe des vorgenannten Drehstrommotors und gleichzeitig für die Beleuchtung der Pumpenkammer und der in der Nähe befindlichen Füllörter. Die Stromzuführung von dem Kraftwerk zur Maschinenkammer erfolgt durch zwei Stück dreifach verseilte Grubenkabel von $3 \cdot 50$ qmm Kupferquerschnitt für 3 · 3000 Volt Spannung. Im übrigen ist die Konstruktion der Ehrhardt & Schmerschen Expreßpumpen wohl allgemein bekannt, und auch der elektrische Teil bietet keine besonderen Einzelheiten, so daß auf eine nähere Beschreibung der einzelnen Teile hier verzichtet werden kann.

Die Fig. 71 zeigt die Pumpenanlage.

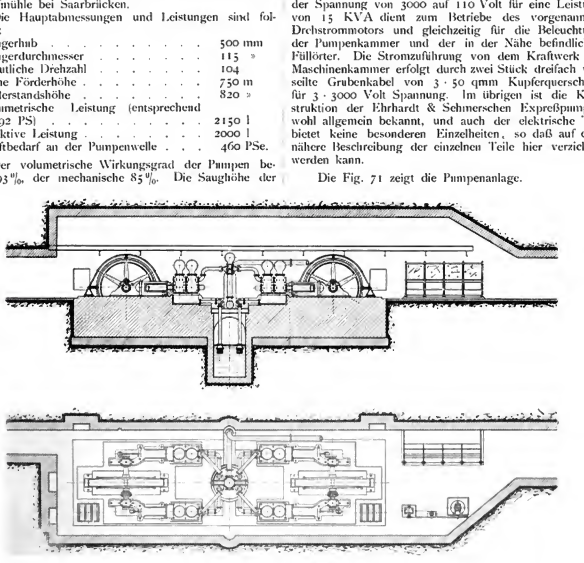


Fig. 71. Wasserhaltung mit elektrischem Antrieb.

Eisenbahnanschluß.

Eisenbahnanschluß besitzt die Zeche de Wendel an den Bahnhof Pelkum der neuerbauten Staatsbahnstrecke Osterfeld—Hamm. Die Länge des Anschlußgleises von den Schächten bis zur Anschlußweiche an das Staatsbahngleise beträgt 2 km, die Gesamtlänge der eigenen Gleisanlagen vom äußersten zum äußersten Ende der Ausziehgleise 4,7 km. Kurz vor Einmündung in das Staatsbahngleise liegt der zunächst aus drei Gleisen bestehende Übergabebahnhof mit rd. 500 m nutzbarer Länge. Eine Erweiterung des Übergabebahnhofes auf sechs Gleise ist von vornherein vorgesehen.

Die Erlangung eines Gleisanschlusses für die Zeche hat nicht geringe Schwierigkeiten verursacht, einmal weil zunächst bei der Inangriffnahme der Schachtanlagen die genannte Staatsbahnstrecke mit dem Bahnhof Pelkum noch nicht vorhanden war, die Staatseisenbahnverwaltung aber einen Anschluß der Zeche an den Bahnhof Hamm aus betriebstechnischen Gründen nicht zulassen wollte. So dauerte es eine geraume Zeit, ehe mit Sicherheit die Unterlagen für den Anschluß an den Bahnhof Pelkum zu erlangen waren. Weiterhin machte dann der Erwerb des erforderlichen Terrains, obwohl überall nur gänzlich unbebautes, nur der Landwirtschaft dienendes Gelände in Frage kam, große Schwierigkeiten, so daß stellenweise das Enteignungsverfahren eingeleitet werden mußte. Dieses hat dann wiederum außerordentlich lange Zeit in Anspruch genommen, so daß erst im Frühjahr 1906 die Aufnahme der Arbeiten zur Herstellung der Gleisanlagen erfolgen konnte, letztere wurden dann so beschleunigt, daß bereits im September 1906 eine provisorische Abnahme zur Benutzung der Gleisanlagen erfolgte.

Welch große Mühen und Opfer die Heranschaffung der erforderlichen Baumaterialien während der fünfjährigen Bauperiode ohne Gleisanschluß durch Zufuhr per Achse von dem rd. 5 km entfernten Bahnhof Hamm erforderten, bedarf keiner weiteren Erläuterung.

Belegschaft.

Die durchschnittliche Belegschaft betrug:

im Jahre 1901	197	Mann
1902	286	»
1903	274	»
1904	258	»
1905	405	»
1906	606	»

und ist gegenwärtig auf 1110 Mann gestiegen.

Erst nachdem im vorigen Herbst der Eisenbahnanschluß betriebsfähig geworden war und der Kohlenversand aufgenommen werden konnte, war es möglich, über den Rahmen des Selbstverbrauchs und des Absatzes im Landdebit hinaus die Kohlenförderung zu heben. Bis dahin war man naturgemäß darauf angewiesen, seine ganzen Kräfte auf die Ausrichtungsarbeiten zu legen.

Die Förderung betrug:

im Jahre 1905	3511	t
1906	31084	»
im 1. Halbjahr 1907	46196	»

Von ganz wesentlichem Einfluß auf die Steigerung der Förderung ist für die nur dünn bevölkerte Gegend die Heranziehung der Arbeitskräfte, was sich in den letzten Jahren bei der Hochkonjunktur ganz besonders schwierig gestaltete.

Da die Zuwanderung in die neuen Arbeitsgebiete erfahrungsgemäß an erster Stelle von jungen unverheirateten Mannern erfolgt, so entschloß man sich, zunaehst ein großes Logier- und Schlafhaus für diese unverheirateten Leute zu erbauen. Das Haus ist für 120 Betten eingerichtet, mit allen modernen und hygienischen Einrichtungen versehen und mit einem Kostenaufwande von rd. M. 100000 erbaut. Das Schlafhaus ist dreistockig, enthält in jeder Etage außer einem gemeinsamen Unterhaltungszimmer einen gemeinsamen Waschraum und eine Abortanlage. Die Schlafzimmer sind für höchstens vier Betten eingerichtet und haben einen Luftraum von 65 cbm. Große Schlafsäle sind überall vermieden. Für die Einnahme der Mahlzeiten ist ein großer Speisesaal vorhanden, welcher sich an das Schlafhaus anschließt. An den Speisesaal stößt die Küche, die mit Dampfkocheinrichtungen ausgerüstet ist. Außerdem enthält der vordere Teil des Gebäudes noch mehrere Logierzimmer für junge Beamte und die Wohnung des Verwalters.

Das ganze Gebäude ist mit Zentralheizung und elektrischer Beleuchtung versehen. Die Verpflegung der Leute ist eine ausgezeichnete, der volle Pensionspreis beträgt pro Mann und Tag M. 1,35.

Um aber auch verheiratete Bergleute heranzuziehen, ist der Bau einer Kolonie für 325 Wohnungen in Angriff genommen.

Die nach dem bekannten Ansiedelungsgesetz erforderliche Ansiedelungsgenehmigung wurde auf Antrag der Zeche vom 5. Oktober 1905 am 30. Oktober 1906 vom Kreisausschuß zu Hamm gegen Zahlung einer Abfindungssumme von M. 150000 und kostenlose Hergabe von Schulhausbauplätzen für beide Konfessionen erteilt.

Von den dann sofort in Angriff genommenen Häusern sind bereits 63 mit 244 Wohnungen bezogen. Neuerdings sind wieder die Arbeiten für weitere 48 Häuser in Angriff genommen.

Um den Gebäuden das eintönige Aussehen zu nehmen, hat man seehs verschiedene Häusertypen gewählt, welche sich in ihren Äußeren erheblich voneinander unterscheiden und ein recht freundliches, abwechslungsreiches Bild bieten, namentlich auch, da man die äußere Ausstattung durch verschiedene Arten Verputzflächen mehrfach wechselte.

Es ist hauptsächlich Wert auf eine solide Bauart gelegt und dafür gesorgt worden, daß, von einigen Ausnahmen abgesehen, die Wohnungen sämtlich mit einem eigenen Eingang versehen sind.

Zu den meisten Wohnungen gehören vier, zu einigen drei Zimmer, außerdem ein bis zwei Kellerräume, Stall und ca. 250 qm Gartenland.

Die Straßen haben eine Breite von 12 m zwischen den Hausern erhalten, sind überall kanalisiert und die beiderseitigen Bankette durch Bordsteine und vorgepflasterte Rinnen eingefaßt. Die Gärten sind einzeln, soweit sie zu einem Hause gehören, eingefriedigt und sollen mit lebenden Dornhecken bepflanzt werden.

Die Straßenbankette sollen ebenfalls beiderseitig bepflanzt werden, um das Ansehen der Straße zu heben.

Ein Geschäftshaus, welches den Bewohnern der Kolonie Gelegenheit bieten soll, die nötigen Lebensmittel am Platze einzukaufen, ist ebenfalls vorhanden.

Man hat hier nicht den weit verbreiteten Weg der Errichtung von Konsumanstalten gewählt, sondern hat mit einem als tüchtig und solide bekannten leistungsfähigen Kaufmann ein Abkommen dahin getroffen, daß die Zeche ihm gegen mäßige Miete ein geeignetes Lokal zur Verfügung stellt, wogegen er sich anderseits der Zeche gegenüber verpflichtet hat, in diesem Geschäftslokal die Waren in gleich guter Qualität und zu gleichen Preisen zu führen wie in seinem Stadtgeschäft. Es ist auf diese Weise dafür gesorgt, daß die Bewohner der

Kolonie ihre Einkäufe an Ort und Stelle unter denselben günstigen Bedingungen wie in der Stadt besorgen können, wo durch viele Konkurrenzgeschäfte die Preis- und Qualitätsfrage der Waren natürlich geregelt wird.

Erwähnt mag auch noch werden, daß die Zeche ihren umfangreichen Grundbesitz, soweit er nicht durch Betriebsanlagen in Anspruch genommen wird, seit dem 1. Juli 1907, nachdem noch zwei größere Besitzungen mit sämtlichem totem und lebendem Inventar in ihr Eigentum übergegangen waren, durch einen angestellten Gutsverwalter selbst bewirtschaften läßt.

Das nach Ausweis der per 30. Juni 1907 abgeschlossenen Bilanz investierte Kapital beträgt einschl. Zinsen ca. M. 16000000, eine Summe, welche für den Unternehmerwagemut wahrlich eine beredte Sprache führt.

Möge in nicht zu ferner Zeit der Gewinn für die materiellen und geistigen Aufwendungen nicht ausbleiben.

Kleine Nachrichten.

Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft.

Über den elektrischen Kraftbetrieb in der Lokomotivfabrik zu Wildau der Berliner Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft vorm. L. Schwartzkopff gehen uns von der Gesellschaft einige bemerkenswerte Mitteilungen zu, die wir nachstehend wiedergeben:

In den Werkstätten der Maschinenfabrik, deren Lage und Anordnung aus dem nebenstehenden Lageplan (Fig. 72) hervorgeht, wird Gleichstrom von 220 Volt verteilt. Die Stromzuleitung nach den einzelnen Werkstätten — Kraft und Licht getrennt — erfolgt durch auf Porzellanrollen verlegte isolierte Kupferleitungen, welche innerhalb der Werkstätten an den westlichen Giebelwänden und zwischen den Gebäuden in einem gemauerten Rohrkanal verlegt sind. Die entfernteste Verbrauchsstelle befindet sich in einer Entfernung von ungefähr 900 m von der Erzeugungsstelle.

Fig. 73. Ansicht des Kraftwerkes mit dem Wasserturm.

In dem Kraftwerke sind z. Z. drei stehende Dreizylinder-Dampfmaschinen aufgestellt, je mit einer Leistung von rd. 500 eff. PS bei 150 Umdr. pro Min. und 10 Atm. Admissionsspannung, und jede dieser Maschinen ist mit zwei Dynamomaschinen gekuppelt von je 168 KW Leistung bei 240 Volt Klemmenspannung. Die Unterbringung der Maschinen und der Schaltanlage sowie der Kessel geht aus nachstehenden Abbildungen des Kraftwerkes Fig. 72 bis 75 und aus Tafel 1 hervor. Außerdem sind noch vorhanden: Zwei Zusatzmaschinensätze

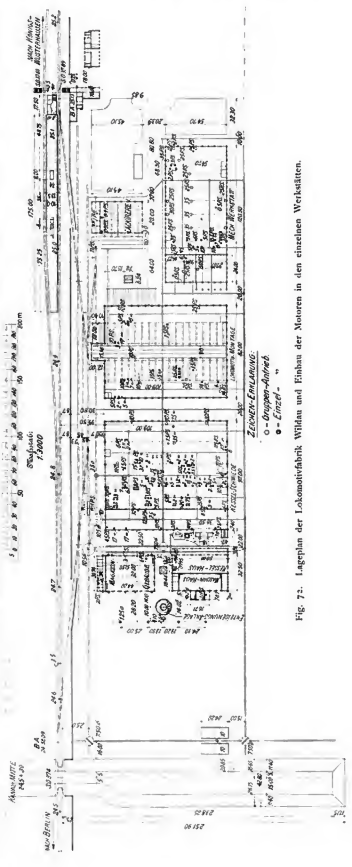


Fig. 72. Lageplan der Lokomotivfabrik Wildau und Einbau der Motoren in den einzelnen Werkstätten.

Zahl und Stärke der Motoren für

Gruppenantrieb für Transmissionen		Einzelantrieb für Werkzeugmaschinen		Antrieb von Ventilatoren		Antrieb von Hebezeugen						Diverse	
Motoren	à PS	Motoren	à PS	Motoren	à PS	Motoren	à PS		Motoren	à PS		Motoren	à PS
1	50	1	32	1	12	1	7.5	10 t Kran	2	10	zwei 20 t Kräne	1	6	2,5 t- Aufzug
5	35	1	27	3	6	1	2		2	3		1	1	Zentesimalwage
1	30	2	20	1	4	1	6		2	7		2	11	Zwei 70 t Schiebebühnen
11	25	2	17	1	3							1	27	Luftkompressor
2	20	3	14	2	1½	1	10	20 t Kran	2	5	zwei 7,5 t Kräne	1	115	»
1	17	4	12	2	1	1	3		2	2		2	5	Für die Becherwerke der Kläranlage
1	14	2	11	1	½	1	8		2	5				
4	10	5	10											
		1	8			1	15	30 t Kran	1	6	6,0 t Kran			
		4	7.5			1	4		1	1				
		2	6			1	10.5		1	2				
		13	5			1	8	zwei 20 t Kran	2	1.5	Velocipedkran			
		4	4			1	4							
		2	3.5											
		10	3			2	15	zwei 7,5 t Kräne						
		25	2			2	8.5							
		6	1.5			2	3							
		5	1											
		2	0.5											
26	641	103	535	11	40	17	131		17	76		8	180	

34 Motoren mit rd. 200 PS.

zum Laden der Akkumulatorenbatterie, jeder bestehend aus einem Motor von 57 PS Leistung, 230 Volt Spannung, 550 Umdr. pro Min., einer Dynamo von 365 Amp., 110 Volt Spannung, und einer Akkumulatorenbatterie mit 1800 Amp.-St. Kapazität und 600 Amp. höchstem Entladestrom.

Fig. 74. Inneres des Kraftwerkes.

Fig. 75. Ansicht der Schalttafel.

Für die Kohlenbewegung im Kraftwerk dient ein Motor von 14 PS Leistung bei 950 Umdr. pro Min. zum Antrieb des Kohlenelevators im Kesselhaus, an welchem längs der Kohlenbansen, in dem die zur Kesselheizung verwendete gewaschene und gesiebte Erbskohle lagert, angeordnet ist.

Die Kohle wird zunächst durch mit Schiebern betätigte Entnahmetrichter einer Förderschnecke und durch letztere einem Elevator zugeführt. Mit diesem aus den Kohlenbansen nach dem Kesselhaus gehoben, besorgt eine zweite Förderschnecke die Verteilung der Kohle über die sechs Kessel und eine weitere selbsttätige Feuerungseinrichtung (Patent Leach) die Beschickung der Roste. Die Asche fällt unmittelbar in die Aschewagen, welche mittels Plattformaufzuges nach oben befördert werden. Ferner wird das mit der Zentralkraftanlage verbundene Wasserwerk mit zwei Elektromotoren betrieben, und zwar ist ein Motor von 11 PS Leistung bei 1000 Umdr. pro Min. zum Antrieb der Zentrifugalpumpe in der Enteisenungsanlage bestimmt, und ein zweiter Motor von 21 PS Leistung bei 1060 Umdr. pro Min. zum Antrieb der Zentrifugalpumpe für die Förderung des enteisenten Wassers nach dem im Wasserturm aufgestellten 150 cbm fassenden Intze-Behälter. Der Zweck der Enteisenungsanlage ist, dem aus vier Tiefbrunnen von 40 bis 45 m Tiefe entnommenen Wasser den Eisengehalt zu entziehen, was soweit erreicht wird, daß Eisen nur noch qualitativ nachweisbar ist.

Eine elektrisch angetriebene, in der Enteisenungsanlage aufgestellte Kreiselpumpe entnimmt das eisenhaltige Wasser aus dem Sammelbrunnen, welcher mittels Heberleitung selbsttätig von den Tiefbrunnen gespeist wird und drückt dasselbe auf einen vielfach durchlöcherten Wellblechteiler, welcher oben im runden Turm der Anlage angeordnet ist. Letzterer ist mit grobstückigem Koks vollgepackt, über welchen das Wasser in feiner Oberflächenzerteilung herabrieselt und mit der entgegenstreichenden Luft in innige Berührung kommt. Hierbei wird das im Wasser enthaltene, lösliche Eisenoxydul durch den Sauerstoff der Luft in unlösliches Eisenoxyd verwandelt, welches durch eine doppelte Filtrierung in den Sandfiltern zurückgehalten wird, während das auf

Fig. 76. Elektrischer Antrieb einer Kompressoranlage.

diese Weise gereinigte Wasser dem Reinwasserbehälter zufließt, um von hier in den Hochbehälter gepumpt zu werden.

An bemerkenswerten Einrichtungen des Kraftwerkes ist noch zu erwähnen:

Die Beleuchtungsanlage umfaßt ca. 1700 Glühlampen, 28 Dauerbrand-Bogenlampen à 6 Amp. und 72 Dauerbrand-Bogenlampen à 4 Amp. In den Werkstätten sind beide Arten von Antrieben zur Anwendung gekommen. Der Stand der einzelnen Motoren bzw. der Einzel- und Gruppenantriebe geht aus dem Lageplan[1]) (Fig. 72) hervor, während Zahl und Stärke der Motoren aus der Tabelle auf Seite 74 ersichtlich ist. Außerdem sind noch Motoren für Ventilatoren und Hebezeuge in Gebrauch. Fig. 76 zeigt als Beispiel den elektrischen Antrieb einer Luftkompressoranlage.

Fig. 77. Elektrische Rangierlokomotive auf dem Gelände der Lokomotivfabrik Wildau.

Den Lastenverkehr innerhalb der Fabrikanlage bewerkstelligt eine elektrische Rangierlokomotive (Fig. 77); die zwei eingebauten Motoren von je 16 PS werden von einer Akkumulatorenbatterie gespeist, die bei 84 Elementen von 184 Amp. höchster Entladestromstärke etwa 160 Volt Betriebsspannung liefert.

Die Fabrik beschäftigt 1580 Arbeiter und hat im Jahre 1906/07 180 Lokomotiven, Maschinen etc. geliefert.

Beleuchtung, Heizung, Lüftung.

Die Regina-Bogenlampenfabrik Köln-Sülz bringt unter dem Namen **„Helia"-Bogenlampe** eine neue Dauerbrand-Bogenlampe für Gleich- und Wechselstrom auf den Markt. Dieselbe wird für Einzelschaltung bei 100—150 Volt (bei Wechselstrom mit Divisor) und für Stromstärken von 3—8 Amp. geliefert. Die Brenndauer mit einem oberen Kohlenstift beträgt bei Gleichstrom 40—50, bei Wechselstrom 20—30 Stunden. Der Rest der oberen Kohle kann als untere Kohle wieder verwendet werden.

[1]) Gruppenantriebe ○, Einzelantriebe ●.

Die Lampe wird für Gleichstrom auch als Differentiallampe für Reihenschaltung von

2 Stück bei 200—250 Volt,
3 » » 300 Volt usw. gebaut.

Die Einzelschaltungslampe ist eine Bogenlampe mit vollkommenem Luftabschluß und besitzt Hauptstromregelung.

Die Helialampe besitzt keinerlei Uhrwerk oder Federwerk und ist außerdem vollständig abgeschlossen, sie ist daher feuersicher und wird durch Wasser- und Säuredämpfe nicht beschädigt.

Der eigentliche Unterschied gegenüber gewöhnlichen Dauerbrand-Bogenlampen liegt außer in dem durch die Bauart bedingten vollkommenen Luftabschluß in der Verwendung ganz schwacher Kohlenstifte (mit Docht) von 6 und 7 mm Durchmesser. Diese Kohlenstifte ergeben außer einem starken Erglühen, einen steten, nicht wandernden Lichtbogen und mithin eine sehr ruhige Lichtwirkung.

Bemerkenswert ist noch ein Vergleich der Abmessungen einer Helia- und einer gewöhnlichen Bogenlampe, annähernd gleiche mittlere, halbräumliche Lichtstärke vorausgesetzt, wobei jedoch die wesentlich bessere Lichtausbeute und Lichtverteilung der Helialampe unberücksichtigt bleibt.

	Helia	Gewöhnl. Bogenlampe
Ampere und Volt . .	4 × 110 = 440 Watt	8 × 55 = 440 Watt
Lampengewicht in kg .	3—5 = 4	13
Lampenlänge in mm .	500	800—1000 u. m.
Brenndauer in Stunden	40—50	10—16
Kuppeldurchm. in mm .	200	ungefähr 400
Obere Kohle	310/6	300/16
Untere Kohle	Rest der oberen	300 11
Kohlenpreis f. l. Kohle	M. 0.05	M. 0.26
Lampenpreis	M. 52.—	M. 60—70.

Allgemeines.

Die in unserem Hefte Nr. 27 1907 als **»Heylandgetriebe«** beschriebene Maschinenkombination hat, wie die Durchsicht der Patentschriften zeigt, einige ihr sehr ähnliche Vorgänger. So ist unter Nr. 109 208 vom 18. November 1898 ab patentiert der Siemens & Halske A.-G. eine »Mehrphasenkraftmaschine, in deren beiden mit Mehrphasenstromwicklungen gleicher Polzahl versehenen und durch je einen Mehrphasenstrom erregten Teilen magnetische Drehfelder gleichen Drehungssinnes erzeugt werden und deren beweglicher Teil dadurch nach links oder rechts angetrieben oder äußeren Kräften gegenüber festgehalten wird, daß man die Periodenzahlen der beiden Mehrphasenströme voneinander verschieden oder einander gleich macht.« Der Patentanspruch 2 lautet: »Einrichtung zur Erzeugung der beiden zum Betriebe der Kraftmaschine nach Anspruch 1 erforderlichen Mehrphasenströme veränderlicher Periodenzahl von einer nur die Differenz der Arbeiten beider Stromsysteme liefernden Quelle elektrischer Energie aus, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Mehrphasenströme zweien von derselben Gleichstromquelle gespeisten Gleichstrom-Mehrphasenstrommaschinen entnommen und ihre Periodenzahlen durch Beeinflussung der Erregung der Umformer relativ verändert werden.« Ferner der Patentanspruch 3: »Einrichtung zur Erzeugung der beiden zum Betriebe der Kraftmaschine nach Anspruch 1 erforderlichen Mehrphasenströme veränderlicher Periodenzahl von einer nur die Differenz der Arbeiten beider Stromsysteme liefernden

Quelle elektrischer Energie aus, dadurch gekennzeichnet, daß einer der beiden Mehrphasenströme von einer Mehrphasenstromquelle direkt, der andere von einem durch dieselbe gespeisten Periodenumformer oder auch beide Mehrphasenströme von einem solchen Periodenumformer entnommen werden.« Vom 17. Mai 1903 ab ist ferner den Siemens-Schuckertwerken ein dem vorhergehenden entsprechendes Verfahren patentiert, bei dem zum Antrieb des den Sekundäranker des Drehstrommotors speisenden Generators ein Doppelschlußmotor verwandt wird, der bei sich ändernder Bremsbelastung durch Verzögerung oder Beschleunigung selbsttätig die Periodenzahl ändert. — Ein späteres Patent, Nr. 177 270, gehört den Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerken (vom 3. Dezember 1904). Der Anspruch 1 lautet: »Regelbarer Wechselstrominduktionsmotor, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Sekundäranker entnommene und in einem Umformer in Gleichstrom umgeformte Energie in einem mit dem Wechselstrommotor mechanisch verbundenen Gleichstrommotor nutzbar gemacht wird, dessen Erregung selbsttätig oder von Hand geregelt wird. Schließlich folgt noch das derselben Firma gehörende Patent vom 19. März 1905 Nr. 169433: »Regelung der Geschwindigkeit von Asynchronmotoren durch mechanisch gekuppelte Hilfsmotoren, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlüpfungsströme einem mit dem Asynchronmotor mechanisch gekuppelten Wechselstromkommutator zugeführt werden, der durch entsprechende Regelung zur Umwandlung von mehr oder weniger elektrischer Energie in mechanische Energie veranlaßt wird, so daß der Asynchronmotor geringere oder höhere Tourenzahl erhält.« Kb.

Aus dem Rechtsleben.

Das Steckenlassen der Fahrkurbel beim Verlassen des Wagens hat einem Triebwagenführer eine Anklage wegen fahrlässiger Tötung gebracht. Bald nach Verlassen des Wagens hatte der Führer bemerkt, daß er die Kurbel hatte stecken lassen, und dem Angestellten der Straßenbahn, der noch auf dem Wagen war und von dem er wußte, daß er als Führer ausgebildet war, zugerufen, er möge die Kurbel abziehen. Der Angerufene tat dieses, hantierte aber so ungeschickt, daß er dadurch seinen Tod herbeiführte. Das Reichsgericht hat in seiner Entscheidung vom 2. Januar 1907 (5. Strafsenat) festgestellt, daß das Steckenlassen der Kurbel zwar eine fahrlässige Pflichtversäumnis enthielt, daß aber der eingetretene Unfall damit in keinem ursächlichen Zusammenhange stand. Es rechtfertigt sich hiermit die Freisprechung des Angeklagten.

Nach einer Entscheidung des Reichsgerichtes vom 13. Juni 1907 liegt ein **Betriebsunfall** im Sinne des § 1 des Reichs-Haftpflichtgesetzes vor, wenn der Fahrgast verhältnismäßig hohe und schmale Trittbretter beim Ein- oder Aussteigen benutzen muß und dabei herabgleitet. Es ist hier sowohl ein zeitlicher und örtlicher wie auch ein innerer, ursächlicher Zusammenhang mit einem Betriebsvorgang gegeben.

Aus den Geschäftsberichten.

Dem **Jahresberichte 1906 der Strafsen-Eisenbahn-Gesellschaft in Hamburg** entnehmen wir: Die Frequenz auf dem Bahnnetze der Gesellschaft hat sich in sehr erfreulicher Weise weiterentwickelt. Es wurden den gegen Einzelzahlung insgesamt 112 569 550 Personen gegen 103 337 114 Personen im Vorjahre befördert; das sind 9 232 436 Personen oder 8,93% mehr. Die Einnahmen aus Fahrscheinen sind hierbei von M. 12 155 771,30 auf M. 13 316 056,65, d. h. um M. 1 160 285,35 oder 9,55% gestiegen. Die Einnahmen aus den Abonnements haben sich von M. 1 318 790,75 auf M. 1 405 700,75 gehoben; das sind M. 86 910 oder 6,6% mehr als im Vorjahre. Die Abonnementseinnahme entspricht ungefähr 28 150 000 Abonnentenfahrten, so daß demnach die Gesamtzahl der beförderten Personen rd. 140 720 000 gegen 129 737 000 im Vorjahre beträgt; die Zahl der Fahrgäste ist also insgesamt um 8,5% gestiegen.

Die Wagen durchliefen:

	1906:	1905:
im Betriebe	38 596 916 km	35 419 344 km
als Sonderwagen . .	31 759 »	26 723
auf Überführungen usw.	379 262 »	394 678
Zusammen	39 007 937 km	35 840 745 km

Die Betriebsleistungen sind also um 3 167 192 Wagen-km vermehrt worden.

Die durchschnittlichen Einnahmen betrugen:

	1906:	1905:
pro Wagen-km (ohne Abonnenten)	34,5 Pf.	34,3 Pf.
pro Fahrschein	11,83 »	11,76 »

Um dem stärkeren Verkehrsbedürfnisse genügen zu können, wurde unser Wagenpark um 75 Motor- und 75 Anhängewagen vermehrt. Weitere 50 Anhängewagen wurden in Bau genommen. Eine weitere Vermehrung der Fahrgelegenheit wurde dadurch geschaffen, daß wir 25 Stück von den neuen Anhängewagen mit größeren Plattformen ausrüsteten.

Die Betriebseinnahmen des abgelaufenen Geschäftsjahres betragen: Für Beförderung von Personen gegen Einzelzahlung und Beförderung der Post M. 13 322 452,55 gegen M. 12 162 568,45 im Jahre 1905; für Abonnementskarten M. 1 405 700,75 gegen M. 1 318 790,75 im Jahre 1905; für Sonderwagen M. 14 190,30 gegen M. 11 837,45 im Jahre 1905; zusammen M. 14 742 352,60 gegen M. 13 493 196,65 im Jahre 1905. Zu diesen Betriebseinnahmen kommen noch M. 232 880,61 diverse Einnahmen, darunter der Gewinn der Wagenbauanstalt Falkenried. Hiernach stellt sich die Gesamteinnahme auf M. 14 975 233,21 gegen M. 13 660 248,91 im Jahre 1905.

Die Betriebsausgaben betrugen M. 7 357 513,73 gegen M. 6 609 725,33 im Jahre 1905, also M. 747 788,40 mehr als im Vorjahre. Zu diesen M. 7 357 513,73 kommen M. 1 417 585,90 Steuern und Abgaben, M. 574 398,83 Zinsen, M. 30 785,67 Entschädigung für Unfälle und M. 231 962,59 für Wohlfahrtseinrichtungen, so daß die Gesamtausgaben M. 9 612 246,72 betragen und ein Bruttoüberschuß von M. 5 362 986,49 gegen M. 4 903 286,64 im Vorjahre verbleibt.

Die Ausgaben für Bahnreparatur betragen M. 3 137 345,97 gegen M. 292 991,44 im Jahre 1905. Zu diesen eigentlichen Reparaturausgaben kommen noch die aus dem Erneuerungsfonds bestrittenen Ausgaben für verschiedene Gleiserneuerungen, Umpflasterungen usw. im Betrage von M. 483 214,46.

Für die laufende Unterhaltung, Reparatur und Reinigung der Wagenkasten, der Motorwagenuntergestelle, der Motoren und der elektrischen Wageneinrichtung einschließlich des Schmiermaterials sind M. 1 093 182,91 gegen M. 939 561,98 im Jahre 1905 verausgabt. Außerdem wurden die für die Abänderung bzw. Erneuerung einzelner Wagenteile und Teile der elektrischen Ausrüstung M. 89 598,64 dem Erneuerungsfonds entnommen.

An Staats- und Konzessionsabgaben waren zu zahlen M. 1 417 585,90 gegen M. 1 313 180,26 im Vorjahre.

Die Konzessionsabgabe, jedoch ohne Dividendenanteil, hat betragen: für Hamburg M. 1 100 172,79, für

Altona M. 121 228,46, für Wandsbek M. 21 003,56, für Harburg M. 7247,93, zusammen M. 1 249 652,74.

Für Gehälter und Löhne des Betriebspersonals wurden verausgabt M. 3 351 150 gegen M. 3 030 846,89 im Jahre 1905. Die Mehrausgabe von M. 320 303,11 war bedingt durch Aufbesserung der Gehälter und das Aufrücken des Personals in höhere Gehaltsklassen sowie durch Neueinstellung von Personal infolge Vermehrung der Fahrleistungen.

Die Länge der in Benutzung befindlichen Gleise betrug Ende 1906: 1. Auf Hamburger Gebiet: a) auf öffentlichem Grunde 218 369 m, b) auf nicht öffentlichem Grunde einschl. der Bahnhofs- und Rangiergleise 18 559 m; 2. auf preußischem Gebiet: a) auf öffentlichem Grunde 64 959 m, b) auf nicht öffentlichem Grunde 5216 m, zusammen 307 103 m.

An Motorwagen waren Ende 1906 vorhanden: 50 vierachsige Motorwagen, ein dreiachsiger Motorwagen, 497 zweiachsige zweimotorige Motorwagen, 132 zweiachsige einmotorige Motorwagen einschließlich eines Versuchswagens, 1 Automobil, zusammen 681 Stück.

Anhängewagen waren Ende 1906 vorhanden: 24 Anhängewagen der früheren Trambahn, 260 Anhängewagen, frühere Einspänner, 200 große neue Anhängewagen, 26 desgl., mit großen, mit Glas verkleideten Plattformen, 31 Wagen für Sand- und Salzstreuen, ein Radsatz-Transportwagen, zusammen 542 Stück.

Nach der Abrechnung beträgt der Bruttogewinn M. 5 362 986,49. Für Abschreibungen und Rücklagen in den Erneuerungsfonds sind M. 2 722 185,86 verwandt und verbleibt somit ein Reingewinn von M. 2 640 800,63. Nach Abzug von 4% Dividende auf M. 21 000 000 Aktienkapital und der dem Aufsichtsrate laut § 24 der Statuten zukommenden Tantieme schlagen wir vor, den verbleibenden Gewinnsaldo wie folgt zu verteilen: 6% weitere Dividende M. 1 260 000, vertragsmäßiger Dividendenanteil an Hamburg und Harburg M. 339 116,65 und Überweisung an den Spezialreservefonds M. 24 004,35.

Neue Bücher.

Deutscher Kalender für Elektrotechniker. Begründet von F. Uppenborn † weiland Stadtbaurat in München. XXV. Jahrgang 1908. In neuer Bearbeitung herausgegeben von G. Dettmar, Generalsekretär des Verbandes Deutscher Elektrotechniker Berlin. München und Berlin, Verlag von R. Oldenbourg. Preis M. 5.

Mit der durchgreifenden Umarbeitung des bekannten Kalenders hat der neue Herausgeber nach dem Vorwort einen schon von dem früheren Herausgeber, dem verstorbenen Stadtbaurat Uppenborn, gehegten Plan zur Ausführung gebracht. Als Gesichtspunkte für die Umarbeitung ist angegeben, daß der Kalender nicht dem Konstrukteur elektrotechnischer Fabrikate ein Hilfsbuch auf reinem Spezialgebiet zu sein brauche, sondern daß es vielmehr seine Aufgabe sei, neben knappen Angaben über die Theorie demjenigen Auskunft zu bringen, welcher die Erzeugnisse der Elektrotechnik verwenden will.

Dieses Programm muß als ein glückliches bezeichnet werden; es wird dem Kalender sicher zahlreiche neue Freunde zuführen und ihm die bisherigen nicht entziehen.

Auch darf behauptet werden, daß die Neubearbeitung im vollen Maße die im Vorwort ausgesprochenen Absichten verwirklicht. Für die theoretischen Angaben ist der Kalender das gleich hervorragende Nachschlagewerk wie vordem geblieben. Die Abschnitte über die Maschinen bringen nicht mehr die Berechnungsweise, sondern dasjenige, was für den Betrieb von Interesse ist sowie Unterlagen zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit und Anlagekosten. Besonders reichlich ist derartiges Material im Abschnitt Krafterzeugungsanlagen vorhanden, es erstreckt sich auf Dampf-, Gas-, Öl-, Wasser- und Windantrieb. Der Abschnitt über elektrische Antriebe ist erweitert. Daß an allen Stellen die neuesten Fortschritte und Bestrebungen der Elektrotechnik berücksichtigt sind, braucht kaum mehr bemerkt zu werden.

Dank der knappen Darstellung ist der Umfang des Kalenders trotz der vielfachen Vermehrung des Stoffes nicht nennenswert größer geworden. Daß dem Herausgeber von zahlreichen namhaften Fachleuten, die im Vorwort genannt sind, Mitarbeit geworden ist, verdient als Zeugnis für die Wertschätzung, welcher sich der Kalender erfreut, besonderer Erwähnung. Die Ausstattung des Kalenders ist die bekannte geblieben, eine große Anzahl der neuen Figuren ist aus dem Band Elektrotechnik der Illustrierten Technischen Wörterbücher herübergenommen, welche im gleichen Verlage erscheinen. M. Gerstmeyer.

Der praktische Installateur elektrischer Haustelegraphenanlagen und Telephone. Eine Anleitung zur Einrichtung und Reparatur elektrischer Haustelegraphen- und Haustelephonanlagen jeder Art nebst Beschreibung der für die Anlagen in Anwendung kommenden Apparate, Batterien, Materialien, Schaltungen usw. von Friedrich Esche. Zweite vermehrte Auflage mit 231 Abbildungen und 7 Tafeln. Leipzig 1907, Verlag von Hachmeister und Thal.

Wie im Vorworte angekündigt wird, hat das Werk chen gegenüber der ersten Auflage eine wesentliche Bereicherung des Stoffes und eine gründliche Umarbeitung erfahren.

Bei der ausgedehnten Anwendung der elektrischen Schwachstromtechnik auf dem Gebiete der Haustelephon- und Telegraphenanlagen ist es keine kleine Aufgabe, ein für die mannigfaltigen Ausführungsformen brauchbares Büchlein zu verfassen, das der Modernität solcher Anlagen Rechnung trägt. Mit gutem Rechte muß daher behauptet werden, daß der Verfasser dieser Aufgabe in vollem Umfange gerecht geworden ist.

Da hier auf Einzelheiten nicht näher eingegangen werden kann, soll nur kurz auf den Stoff, der behandelt worden ist, hingewiesen werden.

In den ersten Abschnitten werden zunächst die Stromerzeuger, also die galvanischen Elemente und Akkumulatoren, wie letztere für größere Anlagen neuerdings vielfach verwendet werden, beschrieben und zwar ihre Zusammensetzung, ihre Schaltungen, die zweckmäßige Aufstellung und Unterhaltung und die Vor- und Nachteile der einzelnen Arten. Daran schließen sich die Leitungen, die Verlegung derselben in Gebäuden und im Freien, die Besprechung der Erdrückleitung bei Verwendung nur einer Leitung und die Ausführung der im Erdboden oder im Wasser verlegten Leitungen.

Ein weiterer Abschnitt ist den Kontaktvorrichtungen wie Druck- und Preßkontakten, Tür- und Fensterkontakten, Notsignalkontakten etc. gewidmet. Hier haben auch die selbsttätigen Feuermelder, deren Kontakte durch die eine bestimmte Temperatur übersteigende Lufttemperatur zur Wirksamkeit gebracht werden, ausführliche Behandlung gefunden.

Dann folgt eine Beschreibung moderner Läutwerke, Relais, Tableaux und schließlich eine Darstellung von Schaltungen, die in ihrer Reichhaltigkeit vielen Installateuren die Möglichkeit geben wird, auch bei weit verzweigten Anlagen oder schwierigen Fällen eine befriedigende Lösung zu finden.

Zum Schluß haben die Hausfernsprechanlagen, auch solche mit Benutzung der Leitungen vorhandener Läutewerke und die Treppenbeleuchtung mittels kleiner stationärer Batterien Anfnahme gefunden.

Die einzelnen Abschnitte sind durch eine reiche Zahl von Abbildungen und Schaltungsschemas unterstützt, deren saubere und deutliche Ausführung besonders hervorgehoben werden soll.

Die Ausstattung des Werkchens seitens der Verlagsbuchhandlung ist gut.

Das Büchlein kann allen Installateuren der Schwachstromtechnik und auch weiteren sich, für dieses Gebiet interessierenden Kreisen nur empfohlen werden. Kyser.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

3. Umwandlung der mechanischen Energie in elektrische.

Gleichstrom-Turbogeneratoren. Von H. J. C. Beyer. (E. u. M. Wien, 29. Sept. 1907, S. 743; 6. Okt. 1907, S. 768; 13. Okt. 1907, S. 787.)* Es werden nur Maschinen mit Wendepolen besprochen, da für größere Leistungen nur solche Ausführungen ein gutes Arbeiten gewährleisten; bei größeren Leistungen sind auch immer Kompensationswicklungen zu empfehlen.

Hat die Maschine keine Kompensationswicklung, so bestimmt sich die auf den einzelnen Wendepolen anzubringende AW-Zahl folgendermaßen:

$$\mathrm{AW} = \frac{N \cdot i}{2 \cdot p} + 0{,}8 \cdot B \cdot d, \text{ wobei}$$

N = die totale, am Ankerumfang befindliche Leiterzahl,

i = die jeden Leiter durchfließende Stromstärke,

p = die Polzahl,

B = die Dichte des Kommutierungsfeldes und

d = der Luftspalt zwischen Wendepol und Anker ist. Vorsichtigerweise wird man etwas mehr AW nehmen und bei der Probe der Maschine den überschüssigen Strom durch einen Neusilber-Parallelwiderstand leiten. Ein solcher Nebenschluß hat verschiedene Nachteile. Bedeutend besser ist es, den Luftspalt mittels der Schrauben, welche die Wendepole an das Joch anpressen, solange zu verändern, bis das richtige Feld erhalten ist. Die Wendepole sind erst dann richtig eingestellt, wenn der Kommutator bei Funkenlosigkeit auch die geringste Erwärmung zeigt. Wenn irgend möglich, soll der Wendepol, aus Schmiedeeisen oder Stahlguß, $2^1/_2$ mindestens 2 Zähne überdecken. Nicht zu empfehlen ist es, die Wendepole kürzer als das Ankereisen zu machen. Eine normale ganz einfache Polschuhform erfüllt ihren Zweck vollkommen. Die Sättigung in den Wendepolen muß niedrig gehalten werden, ebenso dürfen Joch und Ankerkern nicht zu hoch gesättigt werden, während die Hauptpolschenkel und Ankerzähne beliebig hoch gesättigt werden können. Bei Bahngeneratoren empfiehlt es sich, daß bei etwa 100% Überlastung der unbalancierte Restbetrag der Reaktanzspannung nicht zu groß wird, dadurch vermindert man sehr die Überschlagsgefahr bei den oft vorkommenden Kurzschlüssen im Netz. Am besten versieht man die Hauptpole mit Nuten in Richtung der Welle und treibt die Sättigung in den Polzähnen bis 20000 und mehr; viel höher als 20000 zu treiben, ist nicht ratsam. Irgendwelche Schlitze in den Wendepolen anzubringen ist zwecklos.

Ein Hauptnachteil kleiner Luftspalte ist die compoundierende Wirkung der Wendepole und der Kompensationswicklung, wenn man die Bürsten aus der neutralen Zone verschieht. Bei der Verschiebung der Bürsten in der Drehrichtung des Ankers hat die Maschine eine untercompoundierende Wirkung; diesen Nachteil, der sich besonders im Parallelbetrieb mit anderen Maschinen bemerkbar macht, verringert man durch Vergrößerung des Luftspaltes. Man wird auf folgende Luftabstände kommen: Kleinere Maschinen von etwa 100 KW 6 mm einseitig; mittlere Maschinen etwa 8 mm und Maschinen von 1000 bis 1500 KW etwa 10 bis 12 mm einseitig.

Es ist zu empfehlen, Gleichstrom-Turbogeneratoren fremd zu erregen, da solche mit Nebenschlußerregung infolge der Bürstenvibrationen und Querströme bei Verwendung von Metallbürsten nicht unbeträchtliche Spannungsschwankungen zeigen.

Hat die Maschine Kompensationswicklung, so ist die AW-Zahl

$$\mathrm{AW} = \left(\frac{N \cdot i}{2 \cdot p} + 0{,}8 \cdot B \cdot d\right) - \frac{f \cdot s}{2}$$

auf die Wendepole aufzubringen, wobei

f = die Polbogenlänge eines Hauptpoles und

s = die Amperedrahtzahl/cm Ankerumfang ist.

Die konstruktive Durchbildung eines kompensierten Polgehäuses kann in zwei Hauptformen ausgeführt werden, welche beschrieben und bildlich dargestellt werden. Vorteilhaft ist es, die Maschine so auszuführen, wie sie unter dem Namen Tompson-Ryan-Maschine bekannt ist.

In die weiteren Betrachtungen werden nur Generatoren mit genuteten Ankern eingeschlossen. In Verwendung kommen wohl nur die gewöhnlichen Schleifenwicklungen. Damit die Spulenweiten symmetrisch zu den Wendepolen liegen, soll nur Durchmesserwicklung verwendet werden, d. h. der rückwärtige Schritt soll gleich der Polteilung sein. Weiter werden bei Turbogeneratoren Metallbürsten verwendet, es wird daher ratsam sein, diese Art Maschinen mit nur zwei Stäben/Nut zu bauen.

Die Umfangsgeschwindigkeit soll womöglich nicht über 70 m/Sek. gewählt werden, 80 m/Sek. sollte als äußerste Grenze betrachtet werden. Die höchst zulässige Lamellenspannung soll nicht über 25 Volt betragen, möglichst 20 Volt. Diese und die Umfangsgeschwindigkeit des Ankers wirken bestimmend auf die Wahl der Polzahl. Es kann vorkommen, daß man bei einer verlangten hohen Drehzahl eine vollkommen betriebssichere Maschine nicht mehr vierpolig ausführen kann, zweipolig wird die Maschine aber schon ein Ungeheuer. In einer solchen Zwangslage leisten sog. Zwischenlamellen sehr gute Dienste, mit denen man die rückwärtigen Enden der Ankerstäbe verbindet; dadurch sinkt die Lamellenspannung auf die Hälfte. Anstatt dieser Verbindungen kann man auch für jede Zwischenlamelle eine nur über die halbe Ankerlänge gehende dünndrähtige Schleife anordnen, die den gleichen Schritt hat wie die Hauptwicklung und von der das eine Ende entweder mit dem einen Stab der Hauptschleife oder der zugehörigen Lamelle verbunden ist, während das andere Ende der Hilfsschleife mit der Zwischenlamelle verbunden wird.

Mehr als vier Pole werden selten möglich sein; nur wenn Drehzahl und Spannung entsprechend niedrig sind, wird man auch sechs Pole bei vollkommener Betriebssicherheit anordnen können.

Bezüglich der höchsten Stromstärke pro Ankerstab ist der Verfasser der Ansicht, daß sich ein Strom von 750 Amp. (normaler Belastung) pro Stab bei einer Maschine mit 3000 Umdr. i. d. Min. und bei Verwendung einfacher Metallbürsten noch tadellos kommutieren läßt.

Für die Bestimmung der Nutenform gelten im allgemeinen dieselben Grundsätze wie bei langsam laufenden Maschinen. Die Ankerbleche sollen in Paketen von 30—50 mm Dicke aufgebaut sein. Die Luftkanäle zwischen diesen sollen mindestens 8 mm betragen. Empfehlenswert ist es, die Endverbindungen durch Bandagen zusammenzuhalten, für die man besonders festen Bronzedraht verwendet; amerikanischer soll besser sein als europäischer. Aus (magnetischem) Stahldraht soll die Bandage nicht gemacht werden. Vor allem ist darauf zu sehen, daß der Draht mit einer Spannung nahe der Elastizitätsgrenze aufgewickelt wird; eine derartige Bandage gibt Gewähr, daß die Wicklung nicht »arbeiten« wird. Durch Verwendung eines Indikators, welcher die jeweilige Spannung aufzeichnet, ist man in der Lage, die Drahtspannung richtig einzustellen. Die Endverbindungen durch massive Ringe aus Bronze gegen die Fliehkräfte zu schützen, ist konstruktiv schlechter, da die nach obiger Vorschrift gewickelte Bandage eine strenge Festigkeitsprobe bestanden hat, die bei massiven Ringen ausgeschlossen ist. Den Bronzeringen sind immerhin noch unmagnetische Nickelstahlringe vouzuziehen.

Zwischen den blanken Kollektorlamellen und dem Bronzezylinder muß bei 500 Volt mindestens 80 mm isolierter Abstand sein. Bei 25 Volt zwischen den Lamellen nehme man 1,5 mm, bei 20 Volt 0,8 mm reinen weichen Glimmer zwischen den Lamellen. Die Isolation unter den Schrumpfringen mache man aus Glimmer und bei 250 Volt 4—5 mm, bei 500 Volt 8 mm stark. Die Isolation der konischen Flächen soll dort, wo die Lamellen aufsetzen, aus gutem Mikanit und bei allen Spannungen bis 600 Volt 0,8 mm stark sein.

Die Umfangsgeschwindigkeit des Kollektors soll nicht mehr als 40 m/Sek. betragen. Die Lamellenhöhe muß so bestimmt werden, daß bei einer Abnutzungstiefe von 20 mm (radial) auch bei 25% Drehzahlerhöhung sich die Lamellen noch nicht ausbiegen. Es hat sich gezeigt, daß bei Durchmessern von etwa 500 mm bei 2500 Umdr. und bei einer Lamellenhöhe von 50—60 mm ein lichter Abstand von 300 mm zwischen den Schrumpfringen zulässig ist.

Kohlenbürsten haben sich bei diesen hohen Geschwindigkeiten nicht bewährt. Von Metallbürsten haben sich Kupfer-Graphitbürsten am besten bewährt. Eine bedeutende Verbesserung wird erzielt, wenn man Kohlen- und Metallbürsten kombiniert nach Art, wie es im Schuckertschen Bürstenhalter geschieht; die Funkenempfindlichkeit der Maschine wird sehr herabgedrückt und gleichzeitig haben die Kohlen eine polierende Wirkung. Bei tadelloser Kommutierung wird man mit 25 Amp./qcm Auflagefläche der Metallbürsten noch keinen zu warmen Kommutator erhalten. Der Abstand zwischen den äußersten Bürstenhaltern und den Schrumpfringen soll bei 500 Volt mindestens 30 mm betragen. Das Überschlagen von Bürste zu Bürste bei plötzlichen und großen Belastungsänderungen wird durch verschiedene Mittel verhindert: Anordnung der Bürsten in positive und negative Gruppen, Verwendung von dicht an die Lamellen reichenden Isolationscheiben, Umhüllung jedes einzelnen Halters mit Fiber od. dgl.

Bei Anordnung der Luftwege zur Kühlung muß darauf geschen werden, daß keine Luft von der Kommutatorseite in die Maschine eingesaugt wird. Die den Generatoren künstlich zugeführte Luftmenge muß regulierbar sein, damit man den Wirkungsgrad nicht unnützigerweise zu stark herabdrückt. Für besonders gute Kühlung der Endverbindungen ist Sorge zu tragen.

Die Welle ist so stark zu machen, daß die kritische Drehzahl genügend weit über der normalen liegt. Die kritische Drehzahl einer Welle, auf der sich mehrere Lasten befinden, wird nach Dunkerley aus der Formel berechnet:

$$n = 9{,}55\,\frac{\omega_1 \cdot \omega_2 \cdot \omega_3}{\sqrt{\omega_2^2\,\omega_3^2 + \omega_1^2\,\omega_3^2 + \omega_1^2\,\omega_2^2}}$$

in der ω die kritischen Winkelgeschwindigkeiten der einzelnen Lasten (einschl. der der Welle allein) sind. Weiter ist

$$\omega = \sqrt{\frac{a}{m}}$$

wobei a = die Kraft in kg für die Durchbiegung von 1 cm an der Angriffsstelle der Last und m = (Gewicht der Last in kg) : 981 ist.

Man balanciert am besten den Anker ohne Kommutator aus und auch den Kommutator allein. Die dynamische Balancierung geschieht vorteilhaft in Federlagern.

Zum Schluß ist ein Entwurf einer Maschine angegeben, nach welchem von der British Westinghouse Co., Manchester, mehrere Maschinen ausgeführt worden sind:

375 KW, 240 Volt, 1600 Amp., 2500 Umdr. i. d. Min.

Polzahl	4
Bohrung	580 mm
Ankerdurchmesser außen	560 »
» innen	298 »
Totale Eisenlänge	305 »
Wirksame »	230 »
72 Nuten 10,7 × 35 mm	
2 Leiter/Nut, 100 qmm/Leiter.	
Umfangsgeschwindigkeit des Ankers	73 m/Sek.
Kommutator-Durchmesser	305 mm
» -Länge	880 »
Segmentzahl	72
Umfangsgeschwindigkeit des Kommutators	40 m/Sek.
Polbedeckung	0,61
Zahnfußquerschnitt	270 qcm
Zahnfußdichte	15200
Ankerkernquerschnitt	2 × 220 qcm
Ankerkerndichte	9300
Strom/Ankerzweig	400 Amp.
Stromdichte im Ankerstab	4 Amp./qmm
Luftquerschnitt	730 qcm
Luftdichte	5660
Durch den Schenkel gehende Streulinien	600000
Schenkelquerschnitt	17,8 × 25,4 qcm
Schenkeldichte	10400
Jochquerschnitt	290 qcm
Jochdichte	8000

AW/Pol	etwa 5000	
Reaktanzfeld/Ankerstab .	127000	
Kommutierendes Feld/Wendepol	254000	
Polbogen des Wendepolschuhes	63 mm	
AW/Pol am Anker	7200	
Kompensationswicklung im Hauptpolschuh	8800	Amp.-Drähte
Kompensationsleiter/Polschuh .	6	
AW/Wendepol	2400	
Windungszahl/Pol . . .	3	
Durch den Wendepolschenkel gehende Streulinien	363000	
In den Anker eintretende Linien	422000	

Es wächst an
die Schenkeldichte auf max. 11200
» Jochdichte » » 10000
» Ankerkerndichte » 11200

Sämtliche Verluste . . . 15568 Watt
Wirkungsgrad (ausschl. Luft- und Lagerreibung) 96%

Vorteilhafter wäre es, die Hauptpolschenkel etwa bis zu 16000 Linien zu sättigen, wodurch man eine stabilere Maschine erhalten würde. Auch könnte man den Wendepolschuh nur etwa 45 mm statt 63 mm Polbogen geben und würde dadurch die Anker-, Joch- und Wendepolsättigung herunterbringen, mit dieser Änderung und vielleicht noch einigen kleinen anderen könnte man auch die Wendepolstreuung und -Sättigung weiter verringern.

E. Bau der Fahrzeuge.

3. Beleuchtung, Heizung und Lüftung.

Arc Lamps of Use with Locomotives. (El. World, 5. Okt. 1907, S. 687.)* Für die Galveston, Harrisburg and San Antonio Railway Comp. ist ein Gleichstrombogenlampentypus mit sehr vereinfachtem Reguliermechanismus ausgebildet worden. Die beiden Elektroden stehen senkrecht übereinander, die untere besteht aus Kupfer von 13 mm Durchmesser, die obere aus Kohle von 16 mm Durchmesser. Hierdurch wird der Abbrand der unteren Elektrode auf ein Mindestmaß reduziert, so daß der Flammenbogen für mehrere Stunden im Brennpunkt des vorhandenen Hohlspiegels bleibt. Der für eine Bogenlampe erforderliche Gleichstrom (12—17 Amp. bei 35 Volt) wird von einem gekapselten Generator geliefert, der von einer 2 PS-Dampfturbine angetrieben wird.

G. Bahnbetrieb und -unterhaltung, Verkehrswesen.

Electrical Equipment of Main Line Railways in Europe. By Philip Dawson. (Street R. Journ., 12. Okt. 1907, S. 638.)*[1]) Schilderung der Verhältnisse in Deutschland, der Schweiz, Italien, Schweden und England. Einzelheiten über das Projekt der Elektrisierung der Eifelbahn (Köln—Trier), einer 180 km langen doppelgleisigen Linie mit sehr großen Steigungen. Beabsichtigt ist eine Fahrdrahtspannung von 10000 Volt und 30—40000 Volt Übertragungsspannung. Die Lokomotiven erhalten 350 PS-Motoren der A. E. G.[1]), 6polig, mit künstlicher Kühlung. Prüfungsergebnisse:

Bremsleistung PS	Umdr. pro Min.	Horizontale Zugkraft kg	Wirkungsgrad	Leistungsfaktor
205	600	1400	84,5	90
308	425	3550	89,5	94,5
395	400	4000	90	94,5

Übersetzungsverhältnis 1 : 4,15. Höchste Zugkraft beim Anfahren 4500 kg. Die Lokomotive erhält Laufräder von 1400 mm Durchmesser. Vergleich zwischen den Betriebsergebnissen bei Dampf- und elektrischen Bahnen. Beispiel: Mersey-Eisenbahn (England).

	1901 Dampfbetrieb	1905 Elektr. Betrieb
Lokomotivkosten für 1 Zug-km Pf.	71,0	32,7
Zugbeleuchtung und -Reinigung für 1 Zug-km . . . . Pf.	8,65	3,02
Ausbesserung und Erneuerung der Betriebsmittel für 1 Zug-km Pf.	8,05	5,6
Durchlaufene Zugkilometer . .	500000	1 336 130
Gesamtausgaben . . . . . M.	1 293 240	1 890 720
Unterhaltung des Bahnkörpers »	121 100	75 860

Die Gesamt-Bruttoeinnahme für das erste Halbjahr 1901 betrug M. 766540, diejenige für das erste Halbjahr 1906 M. 943580, also 23% mehr. Die gesamten Ausgaben 1901 beliefen sich auf M. 1293240 bei 500000 Zug-km, 1906 auf M. 1418600 bei 1334990 Zug-km, also eine Zunahme der Leistung um 167%, der Ausgaben um 10%. Für den Vergleich ist zu berücksichtigen, daß die Dampfzüge aus sieben Wagen mit 350 Plätzen, die elektrischen Züge je nach Bedarf aus zwei bis fünf Wagen mit etwa 55 Plätzen pro Wagen bestanden. Als Beweis, daß ein häufiger und rascher Verkehr der Hauptvorzug des elektrischen Betriebes ist, wird noch das Beispiel der North-Eastern-Eisenbahn (England) angeführt.

	Dampfbetrieb Zweites Halbjahr 1903	Elektr. Betrieb Zweites Halbjahr 1905	Zunahme %
Brutto Einnahmen . . . . M.	2 580 000	3 020 000	17,1
Zugförderungskosten . . . »	855 220	955 580	11,7
Verhältnis von Ausgabe und Einnahme	33,2	31,8	—
Lokomotivkosten für 1 Zug-km Pf.	75,5	35,1	—
Beförderte Fahrgäste	2 844 000	3 548 000	24,8

Für die Londoner Verhältnisse ergibt sich folgende Gegenüberstellung: Gesamtausgaben für 1 Zug-km bei Dampfbetrieb (7-Wagenzüge, 520 Plätze) 80 Pf., bei elektrischem Betrieb (3-Wagenzüge, 210 Plätze) 39,2 Pf.

Gegenüber der Tatsache, daß der Dampfzug mehr als das doppelte Fassungsvermögen besitzt, wird hervorgehoben, daß die Kosten des elektrischen Betriebes für eine mehr als doppelt so große Beschleunigung wie beim Dampfbetrieb angegeben sind und daher die Reisegeschwindigkeit bei ersterem nahezu doppelt so groß ist wie diejenige, welche die Lokal-Dampfzüge erreichen. Zum Schlusse folgen allgemeine Betrachtungen über die verschiedenen Stromarten.

[1]) Nr. 15 des Street R. Journ. vom 12. Oktober 1907 ist eine Sondernummer, welche anläßlich der Versammlung der amerikanischen Straßenbahn- und Kleinbahn Vereinigung in Atlantic City zur Ausgabe gelangte. Sie umfaßt eine durch zahlreiche Tafeln und maßstäbliche Figuren illustrierte Reihe von Aufsätzen über die Elektrisierung einiger großer amerikanischer Dampfbahnen, über deren Betriebsergebnisse, Unterwerke, Betriebsmittel, Leitungsanlagen, Bahnhöfe und sonstige Einzelheiten.

[1]) E. K. u. B. 1907, S. 68.

Herausgegeben von Professor Dr. Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN
CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule,
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KOTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Baurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **14. Februar 1908.** **Heft 5.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bezw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bezw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.
ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36 maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.
Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.
Alle Zuschriften, die die Expedition bezw. den Anzeigenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Die elektr. Einrichtungen der New York-New Haven und Hartford Bahn. Von Ingenieur Wilhelm Reinhart, Pittsburg. S. 81.
Elektrische Licht- und Kraftwerke mit Müllfeuerung. Von Frank C. Perkins. S. 87.
Die elektrischen Bahnbetriebe in Österreich. Von Zivil-Ingenieur Wolfgang Adolf Muller. S. 88.
Kleine Nachrichten. S. 93. Stromleitung: Industrielle Kondensatoren für Hochspannung. — Aus dem Rechtsleben: Die Einführung der Umsteigekarte und die Wiener Straßenbahnen.
Neue Bücher. S. 97.
Zeitschriftenschau. S. 98.

Die elektr. Einrichtungen der New York-New Haven and Hartford Bahn.

Von Ingenieur **Wilhelm Reinhart**, Pittsburg.

1. Einleitung.

Der Grand Central Bahnhof in New York ist der Ausgangspunkt zweier Bahnlinien, die den Verkehr zwischen New York und den nördlichen und zum Teil auch westlichen Staaten der Union vermitteln. Diese Bahnen besitzen bis Woodlawn, einer Strecke von ungefähr 20 km Länge, gemeinschaftliche Gleise, von welchem Punkte die eine derselben, und zwar die New York-New Haven and Hartford Bahn nach Nordosten abzweigt, während die andere, die New York Central Bahn, ihren Weg nach Norden fortsetzt. Beide Bahnen besitzen einen außerordentlich dichten Lokalverkehr, so daß Zug um Zug über die erwähnte, mit vier Gleisen ausgestattete Strecke rollt. Da der Grand Central Bahnhof im Herzen der Stadt gelegen ist, so müssen erst ca. 10 km Stadtgebiet durchfahren werden, ehe die freie Strecke beginnt. Die Bodengestaltung des durchfahrenen Stadtteiles Manhattan machte es nun notwendig, die Bahnlinie zum größten Teile unterirdisch zu führen, was der häufigen Zugfolge wegen zu einer überaus lästigen Rauchplage für die Fahrgäste führte. Schritte zu deren Abwehr, bzw. Einführung einer rauchlosen Betriebskraft wurden seit Jahren getan und hatten auch endlich Erfolg. Mit der Gesetzgebung ist man in Amerika im allgemeinen sehr rasch, und ehe man sichs versah, wurde durch einen Staatsakt vom 7. Mai 1903 den beiden erwähnten Gesellschaften aufgetragen, künftighin ihre Züge mittels Elektrizität oder sonst einer rauchlosen Betriebskraft durch die Tunnels der Stadt New York zu befördern. Es wurde ihnen weiters aufgetragen, die Umwandlung ihres Betriebes bis 1. Juli 1908 eintreten zu lassen, bei sonstiger Strafe von 500 Dollars (2000 M.) für jeden, diese Frist überschreitenden Tag.

Die Bahngesellschaften waren deshalb gezwungen, auf ihren Lokallinien rauchlosen, bzw. elektrischen Betrieb einzuführen.

Die New York Central Bahn war in der Umwandlung ihrer Linie als erste am Platze und betreibt bereits seit Anfang Dezember 1906 sämtliche Züge (Fern- und Nah- sowie Güterzüge) mittels elektrischer Kraft. Diese Bahn hielt am bewährten Gleichstromsystem fest und hante demgemäß ihre Strecke für 600 Volt Gleichstrom mit Stromzuleitung durch eine neben den Bahngeleisen liegende dritte Schiene.

Die New York-New Haven and Hartford Bahn betrieb schon seit 1895 einige ihrer Linien elektrisch, und zwar ebenfalls mit Gleichstromzuführung durch dritte Schiene, war aber durch die fortgesetzten Unfälle, die sich durch Berührung der stromführenden Schiene ereigneten, mit diesem Betriebssystem nicht im mindesten zufrieden (die dritte Schiene hatte keinen Schutz). Eine Entscheidung des Obersten Rates des Staates Connecticut machte dem elektrischen Betrieb dieser Linien ein Ende, so daß wieder zum Dampfe gegriffen wurde.

War diese Tatsache schon geeignet, Bedenken gegen die abermalige Einführung des Gleichstromsystems wachzurufen, so wurde durch die Erfolge der ersten Wechselstrombahnen in Deutschland und Österreich und die bald darauf (1904) erfolgte Eröffnung der ersten Wechselstrombahn Amerikas (Indianapolis—Rushville) die Entscheidung für das geeignetste Stromsystem nach letzterem gelenkt. Nach gründlichem Studium entschied man sich endgültig für den Betrieb mit einfachem Wechselstrom.

Fig. 78. Zugeinheit der New York-New Haven and Hartford Bahn.

Hätte man sich bei der Elektrisierung der Bahn nur auf die Lokalstrecken in und außerhalb New Yorks beschränken wollen, so wäre schon der Einheitlichkeit wegen die Wahl der Stromart unzweifelhaft zugunsten des Gleichstromes ausgefallen. Die New York-New Haven and Hartford Bahnverwaltung dachte jedoch weiter, und zwar an eine mögliche Elektrisierung ihrer sämtlichen Fern- und Nahstrecken, wofür sich das Wechselstromsystem als das weitaus wirtschaftlichere erwies. Die Gründe sind die bereits allgemein bekannten Vorteile des Wechselstromes auf Fernbahnbetrieben, weshalb hier auf dieselben nicht weiter eingegangen zu werden braucht. Erwähnenswert sind jedoch die Gesamtwirkungsgrade, welche sich bei der Projektsverfassung ergeben haben. Dieselben betragen von Sammelschiene Kraftwerk zum Stromabnehmer Lokomotive gemessen, bei Gleichstrom $75\,\%$ und bei Wechselstrom $95\,\%$. Zeigte schon diese Gegenüberstellung einen beträchtlichen Unterschied, so war auch bei der Wahl des Wechselstromes der Vorteil gegeben, die Triebmotoren auf der mit der New York Central Bahn gemeinschaftlichen Strecke mittels Gleichstrom speisen zu können.

Bei Bestimmung der Periodenzahl war es Wunsch der bauenden Firma, diese auf 15 festzusetzen, was besonders bei der Konstruktion der Lokomotive sehr von Vorteil gewesen wäre. Vor allem wären die Motoren bei gleicher Leistung kleiner und daher leichter geworden und weiters sind Wirkungsgrad, Leistungsfaktor und Kommutation bei Wechselstrom von 15 Perioden günstiger als bei höherer Periodenzahl.

Demgegenüber lagen die Vorteile bei Verwendung des bisher üblichen Wechselstromes von 25 Perioden wie folgt:

Die New York-New Haven and Hartford Bahn besitzt bereits Kraftwerke, die Wechselstrom von 25 Perioden für Licht- und Kraftzwecke liefern, so daß eine neue Periodenzahl bei Erweiterung des elektrischen Bahnbetriebes sehr unerwünscht gewesen wäre. Weiters könnte Wechselstrom von so niederer Periodenzahl für Lichtzwecke gar nicht verwendet werden und müßte für diese Zwecke ein eigenes Stromnetz geschaffen werden. Weitere Nachteile wären der unwirtschaftliche Betrieb von langsam laufenden Turbinen (höchstens 900 Umdr. pro Min.) sowie die Verteuerung der Transformatoren gewesen. Man entschloß sich deshalb, die höhere Periodenzahl beizubehalten. Die Betriebsspannung wurde nach mehrfachen Erwägungen auf 11 000 Volt festgesetzt. Das Kraftwerk liefert diesen Strom, der in Speisekabeln längs der Bahn geleitet und den Fahrleitungen ohne Zwischenschaltung von Transformatoren zugeführt wird. Der von der Lokomotive abgenommene Hochspannungsstrom wird mittels zweier Transformatoren auf die Motorspannung herabgesetzt.

Den Betrieb besorgen derzeit 35 Lokomotiven von je 1000 PS und 95 t Gewicht, deren Ausrüstung dem Betriebe mit beiden Stromarten entspricht.

Der elektrische Betrieb wurde am 24. Juli d. J. auf einer Teilstrecke mit täglich zwölf Zügen nach jeder Richtung aufgenommen. Derzeit steht bereits die ganze Linie in Betrieb.

Fig. 78 gibt im Gesamtbild eines Zuges der New York-New Haven and Hartford Bahn. Die ganze Ausrüstung der Strecke, des Kraftwerkes sowie der Betriebsmittel besorgte die Westinghouse Electric & Manufacturing Company in Pittsburg.

2. Kraftwerk.

Das Kraftwerk (Fig. 79) liegt zwischen der Bahnlinie und dem Miamsflusse, ungefähr $1\,\frac{1}{2}$ km vom Long Island Sund entfernt. Die Lage desselben ist für die Kohlenzufuhr eine außerordentlich günstige, da diese sowohl zu Wasser wie durch die eigene Bahn stattfinden kann.

Um gutes Kesselspeisewasser zu erlangen, mußte ungefähr 2 km stromaufwärts ein Damm im Flusse für zwei Pumpen errichtet werden, da das Flußwasser beim Kraftwerk bereits salzhaltig ist.

Die Mauern des Kraftwerk sind ganz aus Betonziegel errichtet, zu deren Erzeugung das an Ort und Stelle ausgesprengte Felsgestein verwendet wurde. Betonmauerwerk gelangte ferner beim Kesselaufbau, bei den Fundamenten der Maschinen, der Fahrbahn des $37\,\frac{1}{2}$ t Laufkranes und des Schornsteines sowie beim Bau der Schalttafelgalerie zur Verwendung.

Kessel und Feueranlage. Der Kesselraum ist 40 m breit, 55 m lang und gibt 16 Babcock- & Wilcox-Kesseln zu je 525 PS Raum. Derzeit sind 8 Kessel auf der einen Seite und 4 Kessel auf der andern Seite aufgestellt. 2 Kessel besitzen immer gemeinschaftliches Mauerwerk. Die Kessel besitzen selbsttätige Kohlezuführungen sowie Babcock- & Wilcox-Überhitzer und erzeugen Dampf von 13,6 Atm. Druck bei 70° C Überhitzung.

Die Abgase werden durch drei Greensche Vorwärmer geleitet und von da mittels vier Ventilatoren von je $3\,\frac{1}{2}$ m Durchmesser in den Schornstein getrieben.

Das Kesselspeisewasser liefern zwei elektrisch angetriebene Pumpen in Miamus, und es besteht zu dessen Herleitung eine 254 mm starke Rohrleitung. Letztere mündet in einen außerhalb des Kraftwerkes befindlichen Betonbehälter von 22700 hl Fassungsraum. Von hier fließt das Wasser durch ein Überflußrohr nach zwei Wasserbehältern mit einem Fassungsraum von je 292 hl, die sich unterhalb des Kesselraumes befinden. Durch drei Speisewasserpumpen gelangt das Wasser nach dem Vorwärmer und von da durch eine Speisewasserheizung, in welche der Auspuff der kleinen Dampfmaschinen mündet, nach den Kesseln.

Fig. 79. Gesamtansicht des Kraftwerkes.

Außer der eben beschriebenen Speisewassergewinnung kann das nötige Wasser auch von einer Wasserlieferungsgesellschaft oder, bei Verwendung von Wasser direkt aus dem Flusse, mittels zweier Hancock-Inspiratoren entnommen werden.

Interessant ist die Kohlenzufuhr von der Wasserseite (Fig. 79). Des seichten Wassers wegen mußte ungefähr 180 m vom Flußufer ein kleines Dock errichtet werden, an welchem die Kohlenzillen anlegen können. Ein Entladedrehkran schafft die Kohle in einen 20 m holten turmartig gebauten Behälter. Von da rollt die Kohle in eine etwas tiefer stehende Zerkleinerungsmaschine, aus deren Auslaß sie direkt in kleine Stahlwagen kommt. Nach Wägung der gefüllten Wagen werden diese mittels Seiltrieb über eine Brückenbahn aus Eisenkonstruktion nach dem Kesselraum gezogen. Diese Bahn besitzt 13% Neigung. Das auf ihr befindliche Schmalspurgeleise erhielt in der Mitte eine selbsttätig wirkende Ausweiche, auf welcher sich die bergauf und -abfahrenden Wagen begegnen. Die Unterstützung der Bahn erfolgt durch Stahlgitterträger mit Betonfundamenten. Die oben ankommenden Wagen entleeren ihren Inhalt auf eine Schüttelpfanne, von welcher zwei fahrbare Fülltrichter, die dem Kesselraum entlang bewegt werden können, gespeist werden. Durch die untere Öffnung des Fülltrichters wird die Kohle auf den Rost gebracht. Die überschüssige Kohle wird in einen Kohlenbehälter aus Beton entleert, der sich unterhalb des Kesselraumes befindet.

Die mittels Eisenbahn angeführte Kohle wird in einen Kohlenbunker entladen. Nach Zerkleinerung der Kohle wird diese durch eine Aufzugsvorrichtung nach der erwähnten Schüttelpfanne befördert, von wo sie in gleicher Weise zu den Kesselrosten gelangt.

Maschinenanlage. Der Maschinenraum, 20 m breit und 40 m lang, enthält derzeit drei Parsonsturbinen (parallel floro) von je 4500 PS, deren jede mit einem Westinghouse-Wechselstromgenerator von 3000 KW direkt gekuppelt ist (Fig. 80). Da das Kraftwerk die Aufgabe hat, sowohl Wechselstrom für den Betrieb der eigenen Bahn wie auch Drehstrom nach dem Kraftwerk der New York Central Bahn zu liefern, erhielten die Generatoren eine Dreiphasenwicklung, wobei aber durch geeignete Schaltung beide Stromarten der Maschine entnommen werden können. Die Drehstromlieferung geschieht als Ausgleich für den von den New York - New Haven and Hartford Zügen auf der Gleichstromstrecke verbrauchten Strom.

Die Turbinen besitzen eine Drehzahl von 1500 Umdr. pro Min. Sie können einer stündlichen Überlastung von 50% sowie kurzen Überlastungen von 100% standhalten. Die Turbinen sind weiter mit den neuesten selbsttätigen Sicherheitsreglern ausgestattet und besitzen wassergekühlte Lager, die fortwährenden Ölzufluß erhalten.

Zur Kühlung der Generatoren wird Kühlluft durch ein Kapselgebläse erzeugt und diese durch einen Luftschacht den Generatoren von unten zugeführt. Der Gang dieser Maschinen ist ein geräuschloser.

Zur Erregung des Generatorfeldes dienen drei 125 KW Gleichstrommaschinen, von denen zwei mit Westinghouse-Dampfmaschinen gekuppelt sind und eine von einem Drehstrommotor angetrieben wird.

Unterhalb jeder Turbine befindet sich ein Alberger Kondensator, der mit einer trockenen und einer nassen Luftpumpe sowie einer Zentrifugalpumpe ausgerüstet ist. Den Antrieb dieser Pumpen besorgt eine kleine Dampfmaschine. Die nasse Luftpumpe wird durch einen Schwimmer selbsttätig geregelt.

Das Kühlwasser für alle Kondensatoren wird durch eine Holzröhrenleitung vom Dock nach dem Lande geleitet und fließt durch einen Betonkanal zu den unter dem Maschinenraum befindlichen Zentrifugalpumpen. Durch letztere wird das Wasser durch die Kondensatoren getrieben. Der Abfluß erfolgt durch einen ähnlichen Betonkanal nach dem Flusse.

Fig. 80. Inneres des Kraftwerkes.

Um ein Zerstören der Kondensatorrohre durch galvanische Einflüsse, welche durch das Vorhandensein des Salzwassers hervorgerufen werden, hintanzuhalten, wird ein dem entstehenden galvanischen Strom entgegengesetzter Strom von gleicher Stärke durch die Messingrohre geschickt, der diesen aufhebt. Das Reinigen aller Maschinen und Schaltapparate geschieht mittels Druckluft von 7 Atm., die von einer elektrisch angetriebenen Druckluftpumpe erzeugt wird.

Ein Ölzirkulationssystem, das die Lager sämtlicher Maschinen mit Öl versorgt, ist vorgesehen.

Stromverteilung. Die Maschinenkabel führen unter dem Maschinenraum nach der Schaltbrettgalerie und sind dort an Hochstromölausschalter angeschlossen. Von dort aus gehen die Leitungen paarweise nach zwei Sammelschienen, die sich unter der Galerie befinden. Diese beiden Sammelschienen mit ihren zugehörigen Apparaten sind so angeordnet, daß jede von ihnen getrennt verwendet werden kann. Bei normalem Betrieb liefert eine derselben Drehstrom nach dem Kraftwerk Port Morris der New York Central Bahn, und die andere Wechselstrom für Bahnzwecke sowie Drehstrom für Zwecke des eigenen Werkes. Die Sammelschienen sind durch Messerschalter in drei Sektionen geteilt, von denen die außenliegenden mit den Maschinenkabeln und den Bahnspeiseleitungen verbunden sind. Die mittlere Sektion ist an die Drehstromleitung nach dem Port Morris Kraftwerk angeschlossen, so daß im Notfalle eine noch weitere Unterteilung möglich ist.

Wenn eine Sektion oder die ganze Sammelschiene für die Abgabe von Wechselstrombahnstrom dienen soll, wird eine Phase durch Verbindung mit dem Geleise geerdet, eine Phase an die Bahnspeiseleitung geschaltet, während die dritte Phase an die Licht- und Kraftleitung, welche ebenfalls die Bahn entlang führt, angeschlossen wird.

Jeder der Speiseleitungen ist durch eine Blitzschutzvorrichtung gesichert.

Im Erregerstromkreis befinden sich selbsttätige Spannungsregler System Tirrill.

Schalttafel. Die Schalttafel steht wie erwähnt auf einer Galerie und besteht aus einzelnen Feldern von dunklen Marmor, die an einem Gerüst aus Formeisen befestigt sind. Für die Instrumente und Schaltapparate der Generatoren sind vier, für die Tirrill-Regulatoren zwei,

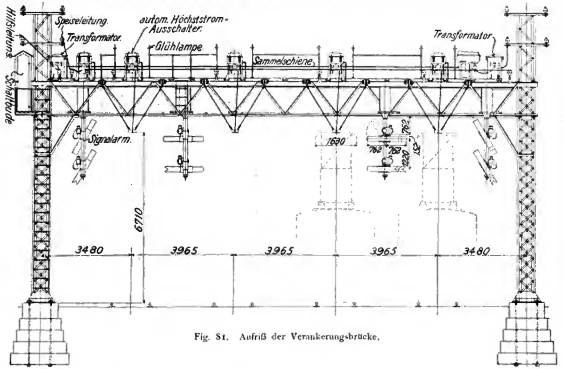


Fig. 81. Aufriß der Verankerungsbrücke.

für den Erregerstromkreis drei und für die auslaufenden Speiseleitungen fünf Felder vorgesehen. Ferner ist noch ein Lade- und ein Synchronisierfeld vorhanden. Die Höchststromausschalter zwischen den Generatoren und den Sammelschienen und jene im Speiseleitungsstromkreis werden nach dem Herausfallen durch den Hilfsstromkreis

3. Oberleitung.

Die elektrischen Züge der New York-New Haven and Hartford Bahn verlassen bei Station Woodlawn die Geleise der New York Central Bahn und gelangen auf das Geleise der eigenen Bahn. Die Stromaufnahme (Gleich-

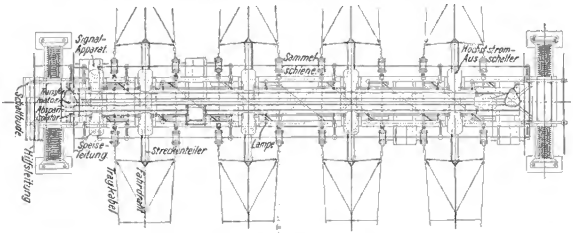


Fig. 82. Draufsicht der Verankerungsbrücke.

einer Batterie wieder in die frühere Stellung zurückgebracht. Die jeweilige Stellung dieser Schalter wird durch farbige Lichter angezeigt, die ebenfalls von der Batterie gespeist werden.

Für den Licht- und Kraftstromkreis des Kraftwerkes und die Batterie ist eine besondere Schalttafel vorgesehen.

Die Batterie besteht aus 55 Sammelzellen und hat eine Kapazität von 80 Amp.St. Sie ist im Kellergewölbe untergebracht. Das Laden geschieht mit Hilfe eines Cooper-Hewitt-Gleichrichters, der an den Wechselstromlichtkreis angeschlossen ist.

Zur Beleuchtung des Kraftwerkes dienen Cooper-Hewitt-Quecksilberdampflampen.

strom 600 Volt) erfolgte bis hierher durch die dritte Schiene, von welcher sämtliche Züge beider Bahngesellschaften gespeist werden.

Von Woodlawn bis zum derzeitigen Ende in Stamford, einer Strecke von 36 km, erfolgt der Betrieb durch Wechselstrom von 11 000 Volt Spannung, welcher mittels Oberleitung der Lokomotive zugeführt wird.

Die hohe Spannung des Betriebsstromes zwang zur Einführung einer besonders soliden und sicheren Oberleitungsanordnung. Man entschloß sich deshalb die Wechselstromstrecke mit der bereits auf verschiedenen Wechselstrombahnen angewandten Fahrdrahtlängsaufhängung nach Muster der deutschen Versuchsstrecke Spindlersfelde aus-

zustatten. Da die ganze Strecke viergleisig ist, so mußte naturgemäß auf besonders starke Tragvorrichtungen gesehen werden. Es wurden zu diesem Zwecke in Abständen von ca. 90 m Tragbrücken aus Eisenkonstruktion gebaut, auf welchen, an Hochspannungsisolatoren befestigt, die beiden Tragkabel hängen. Letztere sind

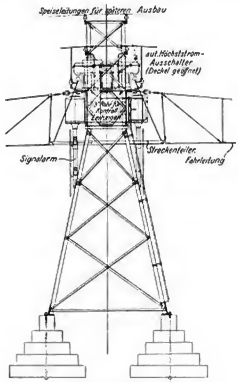


Fig. 83. Seitenriß der Verankerungsbrücke.

14 mm stark, bestehen aus Stahllitzen, und es beträgt die veranschlagte Zugfestigkeit 17 000 kg. Der Durchhang der Kabel zwischen zwei Brücken beträgt 2,1 m. Mittels verschieden langer Hänger, die unten eine Klemme tragen, wird der Fahrdraht an die Tragkabel aufgehängt. Der Fahrdraht selbst hat einen lemniskatenförmigen Querschnitt, so daß die Klemmen in die seitlichen Kerben

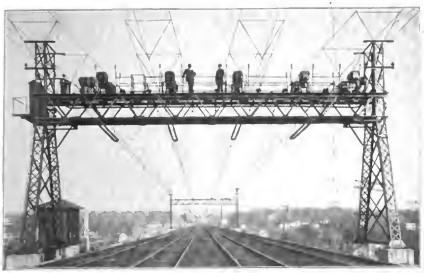


Fig. 84. Ansicht der Verankerungsbrücke.

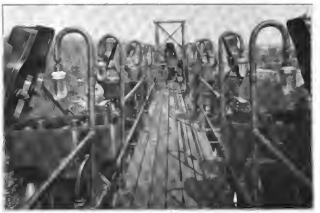


Fig. 85. Plattform der Verankerungsbrücke.

leicht eingreifen können. Die Entfernung der einzelnen Aufhängepunkte voneinander beträgt 3 m. Durch diese Aufhängungsart wird erreicht, daß der Fahrdraht fast ohne jeden Durchhang stets im richtigen Abstande von Schienenoberkante, d. i. 6,710 m aufgehängt ist, was ein stetiges, sicheres Gleiten der Stromabnehmer der Lokomotive zur Folge hat. Die zum Tragen der Tragkabel bestimmten Hochspannungsisolatoren nach Art der Manteltype, bestehen aus Porzellan und wurden vorher auf 55 000 Volt Spannung geprüft. Der Isolator hat 385 mm Durchmesser bei 180 mm Höhe, besitzt am Kopfe eine Rille, in der das Tragkabel ruht und darin mittels Eisenklammer befestigt ist. Diese Eisenklammer ist derart konstruiert, daß sie bei einem eventuellen Bruche des Tragkabels nach der andern Seite hinunterschwingt und so der Angriff des gesunden Kabels nach unten verlegt wird; einer Abscheerung des Isolatorkopfes mithin vorbeugend.

Bei Kurven werden die Fahrdrähte durch einseitige Kurvenzüge nach außen gezogen und auf Gittermasten, unter Zwischenschaltung von Hochspannungszugisolatoren, verankert. Die Befestigung der Kurvenzüge an der Oberleitung erfolgt durch dreieckige Zugstücke aus Temperguß, welche an die drei Drähte befestigt sind. Damit beim Stromlosmachen eines Gleises die anderen isoliert bleiben, wurden Isolatoren aus hartem, imprägniertem Holz zwischen den einzelnen Zugpunkten in die Kurvenzüge eingebaut.

Verankerungen. In Abständen von ca. 3,2 km wird die Oberleitung auf eigenen, besonders stark gebauten Verankerungsbrücken (Fig. 81 bis 85) verankert. Die Ständer dieser Brücken sind in »A« Form ausgebildet und tragen ein starkes Joch in Gitterkonstruktion. Sowohl die gewöhnlichen Brücken als auch die Verankerungsbrücken stehen auf Betonfundamenten. Die Brückendecke besteht aus Holzbalken, besitzt ein Geländer und ist auf diese Art als Plattform ausgebildet. Da die Verankerungsbrücken zugleich auch Streckentrennungen darstellen, so wurden auf der Plattform die Ausschalter angebracht. Weiters erfolgt an diesen Punkten auch der Anschluß an die Speiseleitungen, was durch ebensolche Schalter geschieht. Diese Apparate sind eine eigens für diesen

Zweck gebaute Type von Höchststromölausschaltern (Fig. 86), die in je einem gußeisernen Gehäuse untergebracht sind. Ihre Betätigung kann auf drei Arten erfolgen:

1. Von Hand aus. Zu diesem Zweck besitzt der Schalterdeckel an der Innenseite einen Schalthebel, der bei geschlossenem Gehäuse in den entsprechenden Kontaktfedern steckt.

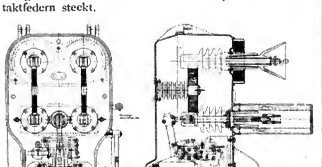


Fig. 86. Höchststrom Ölausschalter für 300 Amp. und 11 000 Volt.

2. Durch einen getrennten Unterbrecherstromkreis, der einem kleinen Transformator auf der Plattform entnommen wird. Dieser Strom betätigt den Unterbrechungsmechanismus des Ausschalters. Seine Leitungen münden in eine kleine Schaltbude auf der Brücke (in Fig. 81 links oben).

Fig. 87. Schaltungsschema der Zuführung des Stromes nach den Fahrleitungen.

worin sich ein kleines Schaltbrett mit den nötigen Schaltern befindet. Es ist deshalb bei Ausschaltung eines oder mehrerer Stromunterbrecher nur notwendig, die Leiter zur Brückenplattform zu erklimmen und in der Schaltbude die nötige Schaltung vorzunehmen.

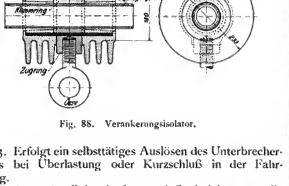


Fig. 88. Verankerungsisolator.

3. Erfolgt ein selbsttätiges Auslösen des Unterbrecherhebels bei Überlastung oder Kurzschluß in der Fahrleitung.

Entlang der Bahn laufen zwei Speiseleitungen, die an Isolatoren auf den ausragenden Enden der Brückenständer beiderseitig der Bahn befestigt sind.

Die Zuführung des Stromes nach den Fahrleitungen geschieht in folgender Weise: Die Speiseleitung einer Bahnseite ist durch einen Zugisolator auf der Verankerungsbrücke unterbrochen und es sind seine Enden durch Stromunterbrecher der vorerwähnten Type, mit der alle Streckenschalter verbindenden Sammelschiene verbunden. Die Speiseleitung der andern Bahnseite hingegen ist durchgezogen und es besteht nur eine Abzweigung, die von dieser Leitung durch einen Stromunterbrecher nach der erwähnten Sammelschiene führt.

In Fig. 87 ist diese Schaltung schematisch wiedergegeben.

Zwei Hilfsleitungen, die gleichfalls der Bahn entlang laufen, werden für Beleuchtungs- und Kraftzwecke benutzt. Eine dieser Leitungen steht immer mit dem Transformator für Beleuchtung der Ankerbrücke in Verbindung.

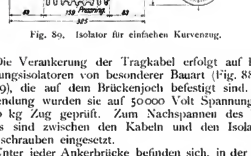


Fig. 89. Isolator für einfachen Kurvenzug.

Die Verankerung der Tragkabel erfolgt auf Hochspannungsisolatoren von besonderer Bauart (Fig. 88 und Fig. 89), die auf dem Brückenjoch befestigt sind. Vor Verwendung wurden sie auf 50000 Volt Spannung und 10000 kg Zug geprüft. Zum Nachspannen des Tragwerkes sind zwischen den Kabeln und den Isolatoren Spannschrauben eingesetzt.

Unter jeder Ankerbrücke befinden sich, in der Fahrleitung eingebaut, die Streckenteiler (Fig. 90). Ein solcher Streckenteiler besteht aus zwei Leisten aus hartem, imprägniertem Holz, die an ihren Enden durch Verbindungsstücke aus Bronze zusammengehalten werden. Die voneinander zu isolierenden Fahrdrähte werden an diese Metallstücke angelötet. Damit beim Übergleiten des Lokomotivstromabnehmers eine ununterbrochene Strom-

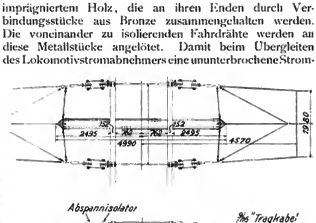


Fig. 90. Anbringung des Streckenteilers.

zufuhr zur Lokomotive hergestellt wird, befinden sich auf der Unterseite der Holzleisten zwei Kupferstreifen, die von den Verbindungsstücken ausgehend nur so lang sind, daß sie sich in der Mitte übergreifen.

Weichen und Kreuzungen. Etwas kompliziert wurde die Fahrdrahtaufhängung an Punkten, wo Kreuzungen und Weichen in den Gleisen bestanden. An den Treffpunkten der Fahrleitungen wurden kleine Verbindungsstücke eingebaut und die Fahr- und Tragdrähte, solange

sie einander nahe waren, durch Jochstücke von verschiedener Länge gemeinsam verbunden. Besonders häufig geschah dies natürlich auf den Bahnhöfen, die ein dichtes Netzwerk von Oberleitungs- und Tragdrähten überspannt. Die Tragbrücken besitzen hierbei ansehnliche Längen, da sie bis zu zwölf Geleise ohne Unterstützung zu überspannen haben.

Die Oberleitungsausrüstung der ganzen Strecke macht einen äußerst soliden und sicheren Eindruck. Es wurden auch die Kosten nicht gescheut, die ganze Anlage zu einer mustergültigen in ihrer Art zu machen. Die Kosten der Oberleitung betragen M. 125000 pro Bahn-km.

Schluß folgt.)

Elektrische Licht- und Kraftwerke mit Müllfeuerung.

Von **Frank C. Perkins.**

Von einer gut eingerichteten, modernen Kehrichtverbrennungsanlage verlangt man, daß sie nicht nur alle Arten von Abfallstoffen unter Aufwand geringer Kosten beseitigt, sondern, daß sie auch eine angemessene Menge Dampf liefert, der für den Betrieb städtischer Wasserwerke und Entwässerungsanlagen, und namentlich für die elektrische Beleuchtung der Straßen und der öffentlichen Gebäude und für den Betrieb der Straßenbahnen verteilhaft verwendet werden kann. In den Vereinigten Staaten beginnen die maßgebenden Kreise der städtischen Verwaltungen einzusehen, daß eine in sanitärer und ökonomischer Hinsicht günstige Entfernung des Mülls von großer Bedeutung ist, zumal da es immer schwieriger wird, Gelände für die Ablagerung des Kehrichts zu finden, die Beförderungskosten dafür hoch sind und dies Verfahren in sanitärer Hinsicht als ungenügend erkannt wird.

In England, Deutschland und anderen europäischen Staaten bestehen schon eine Reihe von Kraftwerken, die als Brennstoff Kehricht und andere Abfallstoffe verwenden; andere Städte, z. B. Mainz und Koburg sind darüber, solche Anlagen zu errichten. Eine bemerkenswerte Anlage dieser Art befindet sich in Preston in England. Dort wird, nach einem Bericht des Bürgermeisters William M. Magerison, der Müll so vorteilhaft verbrannt, daß die erzeugte Wärmemenge zum Betrieb der 31 Wagen der 22 km langen Straßenbahn nach den Erfahrungen des bisher einjährigen Betriebes ausreicht. In Liverpool befinden sich eine Reihe von Kehrichtverbrennungsöfen, die Dampf für die Erzeugung elektrischen Stromes zu Kraft- und Beleuchtungszwecken liefern. Fig. 91 zeigt

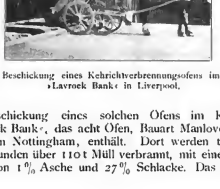


Fig. 91. Beschickung eines Kehrichtverbrennungsofens im Kraftwerk »Lavrock Bank« in Liverpool.

die Beschickung eines solchen Ofens im Kraftwerk »Lavrock Bank«, das acht Ofen, Bauart Manlove, Alliott & Co. in Nottingham, enthält. Dort werden täglich in 18¼ Stunden über 110 t Müll verbrannt, mit einem Rückstand von 1% Asche und 27% Schlacke. Das Betriebsamt der Elektrizitätswerke bezieht aus dieser Anlage jährlich einige Millionen Kilowattstunden. Außer dem Müll wird hier kein Brennstoff verwendet. Jedes Kilogramm Kehricht liefert etwa 1¼ kg Dampf von 11 Atm. Überdruck. Der Zug in der Feuerung wird durch Dampf

Fig. 92. Beförderung des Mülls auf einem Förderband nach dem Ofen.

verstärkt, der durch Düsen eingeblasen wird. Der Luftdruck beträgt unter dem Rost 32 mm Wassersäule. Der Schornstein ist 64 m hoch und hat eine lichte Weite von 2,75 m am Fuß und 2,3 m am oberen Ende. Zur Dampferzeugung dienen vier Babcock & Wilcox-Wasserrohrkessel von je 120 qm Heizfläche. Die Anlage wird in zwei Schichten von je 9 Stunden betrieben. Zu jeder Schicht gehören 2 Heizer, 4 Schürer, 1 Mann zur Beseitigung der Schlacke, 1 Hilfsarbeiter und 1 Vorarbeiter. Die Gesamtkosten pro Tonne Müll belaufen sich auf etwa 70 Pf.

Unter anderen Anlagen sind die von Fulham mit 12 Öfen, die den Dampf für den Betrieb elektrischer Generatoren für Beleuchtungszwecke liefern, und die von West-Hartlepool (beide in England) erwähnenswert. Letztere ist mit dem Burn Road-Kraftwerk verbunden und enthält ebenfalls 12 Öfen, die Rücken an Rücken stehen und von oben beschickt werden. Der Zug wird hier durch vorgewärmte Druckluft verstärkt. Der Schornstein ist 50 m hoch und mißt oben 2 m im Lichten. Die drei Babcock & Wilcox-Wasserrohrkessel haben zusammen etwa 400 qm Heizfläche. Die Anlage liefert 700 indiz. PS für den Betrieb elektrischer Generatoren, und beseitigt täglich bei 24stündigem Betrieb 120 t Müll. Für jede Tonne Müll erhält man 180 indiz. PS-St.

Die Schlacke wird hier, wie in allen modernen Anlagen, zur Herstellung von Ziegeln, Mörtel, Beton, Pflaster-

Fig. 93.
Einbringen der Abfälle durch die oberen Öffnungen des Ofens.

steinen u. dgl. verwendet, die für städtische Zwecke verwendet werden. Der Mörtel, den das West-Hartlepool-werk liefert, wird als vorzüglich und dem Sandmörtel überlegen bezeichnet. Die Schlacke wird auch als Klarschlag für den Bau von Straßen sehr geschätzt. Die

Asche wird beim Pflastern und Ebnen der Wege verwendet; für die im Müll vorkommenden Gefäße u. dgl. aus Zinkblech und Eisen ist ein regelrechter Verkauf eingerichtet.

In den meisten Kehrichtverbrennungsanlagen ist eine Schlackenbahn vorhanden, deren Karren die Schlacke

Fig. 94. Einbringen des Mülls durch die seitlichen Öffnungen des Ofens.

aus den Abstichlochern aufnehmen und mit geringer oder gar keiner Handarbeit nach den Steinbrechern befördern, wo sie nach oben befördert und zerkleinert wird.

Es ist bemerkenswert, daß sich in England mehr Müllverbrennungsanlagen befinden als in allen anderen Ländern. Großbritannien und Irland besitzt deren zurzeit 250, d. i. sechsmal soviel als alle übrigen Länder zusammen. Namentlich die amerikanischen Städte konnten sich nur langsam zum Bau solcher Anlagen entschließen. Die Fig. 92 bis 95 sind im Elektrizitäts-

Fig. 95. Ansicht der Feuerung der Müllverbrennungsanlage im Elektrizitätswerk Williamsburg-Brücke in New-York.

werk Williamsburg-Brücke aufgenommen, das an der Tompkins- und Delaneey-Straße in New York gelegen ist. Fig. 92 zeigt, wie die gesammelten Abfälle mittels Förderbandes nach dem Ofen gebracht werden, Fig. 93 und 94 das Einbringen der Abfälle durch die oberen und seitlichen Öffnungen und Fig. 95 die Feuerung. Die Anlage wird durch die Abteilung für Straßenreinigung der städtischen Verwaltung betrieben und hat den Zweck, alle brennbaren Stoffe des Abfalles zu beseitigen und mit der so gewonnenen Kraft die Williams-Brücke elektrisch zu beleuchten. Ein großer Teil des Abfalls, namentlich Lumpen u. dgl., wird zu hohem Preis verkauft, und nur der Rest, der aus Kisten, Fässern, alten Möbeln und Papier besteht, wird verbrannt. Früher beliefen sich die Kosten für die Beseitigung dieses Materials auf etwa M. 1 für 1 cbm; durch seine Verwendung als Brennstoff werden jetzt viele Tausende gespart.

Die Öfen haben oben, an der Längswand und an der Stirnwand Öffnungen. Ein großer Teil des Abfalls ist unverbrennbar und kann durch die Seitenöffnungen entfernt werden. Die Beschickung der Öfen erfolgt im allgemeinen von oben; nur sperrige Gegenstände, wie große Kisten und Möbel, werden durch die Tore an den Stirnseiten eingebracht. Einer der Öfen besitzt eine einzige Verbrennungskammer. Die anderen haben, nach dem Entwurf von Fred L. Stearns, einem Beamten der Straßenreinigung, zwei Kammern und zwei Roste übereinander. Damit wird bezweckt, daß der untere Rost nur das wirklich brennbare Material enthält, während der obere, der sehr stark gebaut ist, die gesamten dem Ofen zugeführten Stoffe aufnehmen muß.

Im Maschinenraum dieses Werkes stehen Kreuz-Verbundmaschinen, die 250 Umdr. pro Min. laufen und mit 50 und 100 KW-Generatoren gekuppelt sind, die 2 × 125 Volt Gleichstrom liefern. Es sind drei Verteilungstafeln vorhanden, die den Speisekabeln nach der Nordseite, der Südseite und Brooklyner Seite der Brücke entsprechen. Das Kraftwerk soll später noch die Beleuchtung für einige Schuken der Nachbarschaft liefern.

Die elektrischen Bahnbetriebe in Österreich.

Von Zivil Ingenieur **Wolfgang Adolf Müller.**

Die erste elektrische Bahn in Österreich wurde bereits im Jahre 1883 erbaut (die zweite elektrische Bahn auf dem Kontinent), und zwar war dies die im Jahre 1904 modernisierte Lokalbahn Mödling—Hinterbühl[1]) mit 4,5 km Länge. Trotzdem ist die weitere Entwicklung der elektrischen Bahnen ziemlich zurückgeblieben, indem im Jahre 1904 nur insgesamt 561 km elektrische Haupt-, Lokal- und Kleinbahnen vorhanden waren, also nur etwa 2,6 % sämtlicher Eisenbahnen (21 548 km). Demgegenüber kommen in Deutschland 6,8 % (3791 km) und in der Schweiz sogar 15,8 % (738 km) auf elektrische Bahnen. Auf 1000 qkm Flächenraum entfallen in der Schweiz 17,8 km elektrische Bahnen, in Deutschland 7 km, in Österreich nur 1,8 km; auf je 100000 Einwohner kommen ungefähr 21,5 km in der Schweiz, 6,4 km in Deutschland und 2,15 km in Österreich. Die Entwicklung der gewöhnlichen und elektrischen Eisenbahnen in den genannten drei Ländern ist in den Diagrammen Fig. 96 und 97 dargestellt.

Von den 40 elektrischen Bahnbetrieben sind zwölf Haupt- und Lokalbahnen und 28 Kleinbahnen (hierunter drei Seilbahnen). Unter Kleinbahnen werden in Österreich jene für den öffentlichen Verkehr bestimmten Lokalbahnen verstanden, welche für den Eisenbahnverkehr von geringer Bedeutung sind (normal- oder schmalspurige Zweigbahnen, Straßenbahnen mit Dampf- oder elektrischem Betrieb, anderen mechanischen Motoren oder animalischer Kraft, Seilbahnen usw.); insbesondere sind Kleinbahnen in der Regel solche Bahnen, welche hauptsächlich den örtlichen Verkehr in einer Gemeinde oder zwischen zwei benachbarten Gemeinden vermitteln. Die erste Kleinbahn entstand im Jahre 1859 (Pferdebahn in Wien).

In den Tabellen I bis III sind die Hauptverhältnisse der zwölf elektrischen Lokalbahnen zusammengestellt; elektrische Hauptbahnen sind nicht vorhanden. Die Linien Nr. 3 bis 7 gehören der A.-G. der Wiener Lokalbahnen, diejenigen der Nr. 8 und 9 der Brünner Lokaleisenbahngesellschaft. Da die Angaben der österreichischen Eisenbahnstatistik für das Jahr 1905 entnommen sind, findet die neue elektrische Wechselstrombahn Wien—Baden noch keine Berücksichtigung.

[1]) Die Rekonstruktion der elektrischen Bahn Mödling—Hinterbühl. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Vereins 1904, S. 709 u. f.

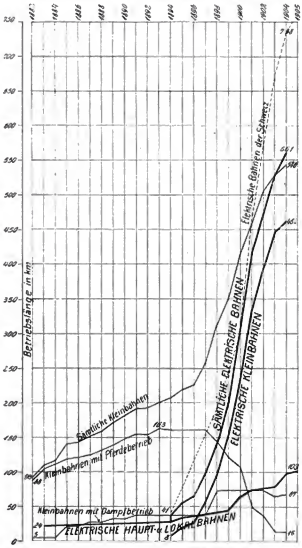


Fig. 96.
Entwicklung der elektrischen und Kleinbahnen in Österreich.

Von den zwölf Bahnen haben nur vier Meterspur, die übrigen Normalspur; in der Schweiz[1]) besitzen dagegen sämtliche elektrische Bahnen (bis auf drei) die sehr zu befürwortende Meterspur.

Die Kronenbreite des Unterbaues auf eigenem Bahnkörper variiert von 2,50 m bis 3,30 m für eingleisige Strecken bei Meterspur, von 2,95 m bis 4,40 m bei Normalspur.

Die größte Steigung weist die elektrische Bahn vom Bahnhof Gmunden zur Stadt mit 95‰ auf (Adhäsions-

[1]) Vgl. Die elektrischen Bahnbetriebe der Schweiz, E. B. u. B. 1906, S. 234 u. 252.

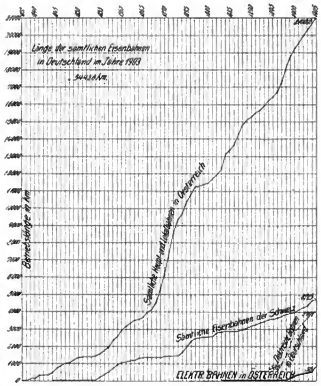


Fig. 97. Entwicklung der Eisenbahnen in Deutschland, Österreich und Schweiz.

Tabelle I. Statistik der elektrischen Lokalbahnen in Österreich für das Jahr 1905.

Nr.	Bahnlinie	1 Betriebseröffnung	2 Spurweite m	3 Betriebslänge km	4 Unterbau: Kronenbreite m	5 Größte Steigung ‰	6 Kleinster Krümmungs-Halbmesser m	7 Gekurvte Länge %	8 Kosten für Erhaltung d. Unterbaues pro Bahn-km M.	9 Kosten für Erhaltung d. Oberbaues pro km Gleise M.	10 Verwendetes Anlagekapital: Für Bau und Einrichtung der Bahn M.	11 Für Beschaffung der Fahrbetriebsmittel M.	12 Insgesamt M.	13 Pro km Baulänge M.
1	Mödling—Hinterbrühl	1883	1,000	4,431	2,95	15	30	41,73	563	308	—	—	—	—
2	Gmundener elektrische Bahn	1894	1,000	2,530	2,20[1])	95	40	42,91	—	30	389 790	56 100	468 840[6])	183 715
3	Baden—Helenenthal	1894	1,435	3,148	4,00									
4	Baden—Vöslau	1895	1,435	4,865	4,00									
5	Ringlinie Baden	1899	1,435	2,217	4,00	27	18	21,10	105	150	—	—	—	299 175[4])
6	Guntramsdorf—Baden	1899	1,435	9,150	4,00									
7	Flügelbahn nach Traiskirchen	1900	1,435	1,964	4,00									
8	Privoz—Witkowitz	1901	1,435	5,939	[2])	31	40	18,47	479	704	—	—	2 814 865[5])	263 539
9	Lokalbahnen Mährisch-Ostrau	1901	1,435	3,464	[2])	31	40							
10	Tabor—Bechin	1903	1,435	23,595	4,40	26	125	34,08	24	263	2 032 605		2 032 605	85 905
11	Stubaitalbahn	1904	1,000	18,164	3,30	45	40	52,78	23	158	2 345 099		2 345 099	127 854
12	Innsbrucker Lokalbahnen	1905	1,000	4,447	2,50	17	22	18,67	14[3])	485[3])	632 137		632 137	140 475

[1]) Teilweise auf der Straße verlegt. — [2]) Im Straßenbett verlegt. — [3]) Unter Einbezug der zugehörigen Dampfbahn Innsbruck—Hall i. T. — [4]) Einschließlich von 18,259 km Dampfbahn. — [5]) Hiervon entfallen auf Linie Nr. 8 M 1 248 267, auf die Linie Ostrau—Ellgoth (2,7 km) M. 206 504 und auf die Bau- und Einrichtungskosten anläßlich der Einführung des elektrischen Betriebes M. 1 360 094. — [6]) Ohne die Kosten des Baues für den Licht- und Kraftbetrieb mit M. 255 196.

Tabelle II. Statistik der elektrischen Lokalbahnen in Österreich für das Jahr 1905.

Nr.	Bahnlinie	14 Betriebsmittel M = Motorwagen P = Personenwagen G = Güterwagen Anzahl M	P	G	15 Kosten pro Motorwagen	16 Betriebsleistungen Zurückgelegte Zug-km	17 Achs-km der Personenwagen km	18 Kosten des elektr. Stromes Insgesamt M.	19 pro Nutz-km Pf.	20 Fassungsräume der Personen- und Motorwagen	21 Beförderte Personen Anzahl	22 Jeder Reisende hat zurückgelegt km	23 Ausnutzung der vorhandenen Sitzplätze %	24 Beförderte Gepäck t	25 Güter t	26 Betriebseinnahmen Insgesamt M.	27 Pro km Betriebslänge M.	28 Reine Betriebsausgaben Insgesamt M.	29 Pro km Betriebslänge M.	30 Betriebskoeffizient %	31 Betriebs-Nettoertrag in % des Anlagekapitals	32 Superädifikalwert der Aktien %
1	Mödling—Hinterbrühl	10	15	—	14 450	179 136	543 382	5 548	3,09	12 406 [4]	545 757	3,32	18,50	—	—	113 480	25 611	76 644	17 298	67,54	2,95	—
2	Gmundener elektrische Bahn	4	—	—	—	28 911	60 513	15 812	54,69	1 630 [5]	115 650	2,00	25,47	7581 [6]	—	101 690	40 236	52 270	20 664	51,36	9,04	5,52
3	Baden—Helenental	·	·	·																		
4	Baden—Vöslau	·	·	·																		
5	Ringlinie Baden	19	34 [1]	8 [1]	12 668	861 670 [1]	2 625 660 [1]	74 213 [1]	8,61 [1]	17 336 [4]	1 855 252 [1]	2,26 [1]	12,86 [1]	8 [1]	540 798 [1]	827 488 [1]	19 905 [1]	458 218 [1]	11 023 [1]	55,37 [1]	2,72 [1]	4,00 [1]
6	Guntramsdorf—Baden	·	·	·																		
7	Flügelbahn nach Traiskirchen	·	·	·																		
8	Privoz—Witkowitz	·	·	·																		
9	Lokalbahnen Mährisch-Ostrau	17	16 [1]	6 [1]	3)	577 501 [1]	1 240 930 [1]	57 360	—	7 154	3 035 630 [1]	3,26	30 56 [1]	—	—	33 529 [1]	379 428 [1]	36 603 [1]	181 533 [1]	17 513 [1]	47,84 [1]	5,98 [1]	5,00 [1]
10	Tabor—Beehin	3	—	20	31 195	72 487	306 686	25 027	—	13 338	50 864	21,01	—	67	7 072	68 807	2 916	66 003	2 797	95,92	0,14	—
11	Stubaitalbahn	4	6	8	50 511	98 706	440 918	7 723	7,83	6 653 [2]	107 690	9,00	9,57	45	5 126	147 167	8 102	62 354	3 433	42,37	3,48	5,50
12	Innsbrucker Lokalbahnen	10	29 [1]	14 [1]	14 025	377 772 [1]	1 840 404 [1]	1 992	—	6 662 [2]	1 529 094 [1]	6,44 [1]	34,42 [1]	—	2 521 [1]	148 355 [1]	18 165 [1]	144 000 [1]	10 576 [1]	58,22 [1]	6,01 [1]	5,04 [1]

[1]) Einschließlich der für die Dampfstrecken. — [2]) Der Güterverkehr wird auch auf den elektrischen Strecken nur mit Dampflokomotiven betrieben. — [3]) Beschaffungskosten für 17 Motor- und 10 Anhängewagen M. 590 089. — [4]) Hiervon M. 5341 für die Motorwagen. — [5]) M. 903 für Erhaltung der Dynamos, Dampfmaschinen und Kessel. — [6]) Nur für Beiwagen (ohne Motorwagen) und einschl. der Dampfstrecken. — [7]) Hiervon M. 6499 für die Motorwagen. — [8]) Einschl. der Dampfstrecken hiervon M. 1102 für Motorwagen. — [9]) Anzahl Kolli.

Tabelle III. Betriebsausgaben der elektrischen Lokalbahnen in Österreich für das Jahr 1905.

Nr.	Bahnlinie	33 Allgemeine Verwaltung Personalkosten, Drucksachen, Versicherungen, Bureau- und Gerichtskosten Insgesamt M.	Pro km Betriebslänge M.	34	35 Bahnaufsicht und Bahnerhaltung Allgemeine Auslagen Reise- u. Personalkosten der Streckenbeamten und Bahnhofaufseher M.	36 Bahnaufsicht Wächterpersonal, Erhaltung der Signale und Wächterhäuser M.	37 Erhaltung und Umgestaltung des Unterbaues M.	38 des Oberbaues M.	39 der Hochbauten M.	40 Außerordentliche Auslagen Schneeverwehungen, Beschaffung durch Elementarereignisse M.	41 Insgesamt M.	42 Pro km Betriebslänge M.	43 Verkehrs- und kommerzieller Dienst Stationsdienst Besoldung, Stationen, Verschieberdienst, Wagenreinigung M.	44 Fahrdienst Zugbegleitungspersonal, Wagenbeleuchtung und Heizung M.	45 Insgesamt M.	46 Pro km Betriebslänge M.	47 Zugförderungs- und Werkstättendienst Zentralleitung, Stromkosten, Schmiermaterial, Erhaltung der Betriebsmittel Insgesamt M.	48 Pro km Betriebslänge M.	49 Sonstige Ausgaben Steuern, Kassen, Entschädigungen, Daten M.	50 Gesamte Betriebsausgaben Reine Betriebskosten (Spalte 28) + sonstige Ausgaben (Spalte 49) M.
1	Mödling—Hinterbrühl	2 373	536	5,20	836	2519	1 816	703	9	6 410	1448	6 921	21 715	28 636	6463	30 225	8 853	540	77 183
2	Gmundener elektrische Bahn	9 449	3735	—	—	—	77	—	19	95	37	863	3 835	4 698	1857	38 037	15 034	7 117	59 396
3	Baden—Helenental	·	·	·															
4	Baden—Vöslau	·	·	·															
5	Ringlinie Baden	58 590 [1]	1409	4,74	2667	4211	11 488	4271	3175	34 036	841	63 378	89 592	160 588 [4])	3863	204 105	4 910	45 109	503 328
6	Guntramsdorf—Baden	·	·	·															
7	Flügelbahn nach Traiskirchen	·	·	·															
8	Privoz—Witkowitz	23 584 [2]	2193	1,91	1505	3160	552	6 530	1430	649	13 826	1334	14 991	16 661	36 380 [5])	3511	108 580	10 475	29 471	211 003
9	Lokalbahnen Mährisch-Ostrau	·	·	·															
10	Tabor—Beehin	3 142	153	0,25	2190	200	584	6 394	175	1618	11 222	476	5 111	5 922	11 033	468	40 580	1 720	3 725	69 727
11	Stubaitalbahn	4 652	271	1,83	1853	683	422	3 052	672	2968	9 650	531	12 151	5 268	17 507	964	30 272	1 667	3 285	65 640
12	Innsbrucker Lokalbahnen	7 710	564	5,39	2088	4168	222	5 135	1255	2261	18 128	1326	11 580	25 004	36 507	2070	82 255	6 016	15 638	160 338

[1]) Die sämtlichen Angaben gelten für die sämtlichen Linien der A.-G. der Wiener Lokalbahnen, also einschl. 18,259 km Dampfbahn. — [2]) Desgl. für alle Linien der Brünner Lokaleisenbahngesellschaft, also einschl. 1 km Dampfbahn. — [3]) Einschl. der 12 km langen Dampfbahn Innsbruck—Hall i. T. — [4]) Hiervon M. 76 119 für Zentralleitung. — [5]) Hiervon M. 4734 für Zentralleitung.

Tabelle IV. Statistik der elektrischen Kleinbahnen in Österreich für das Jahr 1904.

Nr.	Bahnlinie	51 Betriebseröffnung	52 Spurweite	53 Betriebslänge	54 Maximale Steigung	55 Kleinster Kurvenhalbmesser	56 Stromart	57 Gelenkte Länge	Fil. = Gleisbettung, Ue. = Ueberbau	58 Baukosten	59 Baukosten pro Bahnkm	60 Motorwagen Anzahl	61 Leistungsfähigkeit	62 Leergewicht pro Achse	63 Kosten pro Achse	64 Jahres-Stromleistung	65 Geleistete Zugs-km	66 Größte Fahrgeschwindigkeit	67 Beförderte Personen	68 Betriebseinnahmen pro km Betriebslänge	69 Reine Betriebsausgaben pro km Betriebslänge	70 Betriebskoeffizient	71 Verlängerung des Achsstandes
		Jahr	m	km	%	m		km		M.	M.		PS	t	M.	KW-Std.		km/Std.	Anzahl	M.	M.	%	%
13	Wiener Straßenbahnen	1897	1.435	184.281	76	18	25,93	Gl.		107 950 441	582 253	955	38 950	4.57	—	—	33 812 245	22	172 507 642	118 142	74 480	63,04	—
14	Straßenbahn Wien—Krangun	1898	1.435	(5.280)[1]	70	—	—	»		—	—	—	—	—	—	—	150 071	20	486 900	25 540	17 551	68,70	—
15	Brünner Straßenbahnen	1900	1.435	20.886	76	20	26,07	»		5 853 006	273 322	48	3 552	4.64	8 022[2]	—	2 032 130	12—25	7 064 666	36 126	22 901	63,56	2
16	Grazer Straßenbahnen	1899	1.435	31.428	54	18	18,35	»		43 041 151	148 607	70	2 560	3.79	6 493[2]	1 410 135	2 727 052	25	6 982 104	32 103	14 841	46,14	9
17	Olmützer Kleinbahnen	1899	1.435	5.353	46	18	19,05	»		1 230 899	229 945	11	440	3.64	7 087[2]	186 373	350 168	18	1 144 646	25 998	10 427	74,72	—
18	Pilsener Kleinbahnen	1899	1.435	10.287	64	20	22,21	»		1 499 025	142 780	25	1 100	3.31	7 656[2]	408 800	720 121	12	1 523 028	13 394	13 855	103,45	—
19	Straßenbahnen in Pola	1904	1.435	4.751	60	25	16,32	»		643 329	153 253	8	320	3.77	6 906[2]	—	289 865	12—20	822 916	24 065	13 090	54,40	3.5
20	Prager Straßenbahnen	1897	1.435	39.590	79	14	24,47	»		16 937 768	408 861	178	8 705	3.49	5 455	6 672 220	6 203 165	12	22 671 167	63 931	35 502	55,53	—
21	Kleinbahn Prag—Vysočan Lieben	1896	1.435	7.512	64	35	27,32	»		1 489 688	192 267	21	630	2.75	10 835[2]	250 035	608 005	12	1 626 300	26 780	15 092	50,72	3.75
22	Straßenbahnen in Triest	1900	1.435	15.996	65	18	17,83	»		5 371 996	288 077	55	2 750	3.90	7 747[2]	—	1 600 053	18	9 806 297	72 377	40 831	56,41	8
23	Aussiger Kleinbahnen	1899	1.000	8.827	76	15	14,82	»		1 101 263	123 918	20	480	3.29	5 544[2]	336 641	741 041	15	2 189 182	20 483	17 496	85,42	—
24	Bielitz—Zigeunerwald	1895	1.000	4.853	53	34	22,65	»		487 794	97 951	7	218	2.86	5 665[2]	—	112 346	15—20	532 344	15 247	9 438	61,88	—
25	Brüx—Johnsdorf	1901	1.000	12.907	64	22	34,79	Gl.u.Dr.		1 984 741	153 499	10	600	4.50	7 021[2]	406 770	492 320	15	868 225	10 322	6 430	62,35	—
26	Czernowitzer Straßenbahn	1897	1.000	6.438	104	40	15,55	Gl.		1 548 767	237 687	12	384	4.50	6 415[2]	284 098	330 116	20	1 632 979	21 678	12 529	57,80	6
27	Dornbirn—Lustenau	1902	1.000	11.129	43	30	30,77	»		785 022	69 923	5	170	3.50	5 950[2]	—	176 424	20	265 879	5 826	4 932	84,67	3
28	Gablonzer Straßenbahn	1900	1.000	15.979	105	20	39,60	»		3 046 355	132 936	18	1 440	4.39	8 886[2]	835 050	782 270	12—20	1 530 887	13 835	10 379	75,02	—
29	Graz—Maria Trost	1898	1.000	5.129	39	45	24,13	»		1 166 304	222 280	8	400	4.05	5 525[2]	130 239	302 806	13—19	449 815	16 534	10 092	66,51	1,50
30	Krakauer Straßenbahn	1901	1.000	9.473	33	17	14,85	»		3 088 000	317 174	30	900	4.00	11 282[2]	480 405	874 151	15	4 835 400	40 502	21 168	52,15	4,50
31	Laibacher Straßenbahnen	1901	1.000	5.113	55	18	24,15	»		2 572 710	105 412	13	650	3.05	7 650[2]	—	403 837	18	929 349	18 523	16 902	71,74	—
32	Lemberger Straßenbahnen	1894	1.000	8.333	49	15	14,12	»		1 428 381	172 280	31	932	3.23	6 187[2]	892 080	1 269 833	15	5 844 835	67 650	35 681	52,74	—
33	Straßenbahnen Linz—Urfahr	1897	1.000	11.907	105	18	28,06	Gl.u.Dr.		5 059 217	418 156	28	1 509	3.77	7 301[2]	447 214	679 619	18	2 636 000	3 355	19 316	57,61	4
34	Marienbader Straßenbahn	1902	1.000	2.192	49	20	36,60	»		432 580	173 587	6	240	3.82	8 255[2]	—	115 062	12—18	288 239	24 775	13 273	53,58	—
35	Reichenberger Straßenbahnen	1897	1.000	7.205	97	20	31,53	Gl.		1 556 519	214 190	17	722	4.52	10 326[2]	523 524	524 515	12—15	1 661 523	28 090	19 086	67,95	3
36	Teplitzer Straßenbahnen	1895	1.000	10.521	63	20	29,60	»		2 095 931	206 330	15	750	3.80	8 597[2]	—	512 388	12—20	1 470 518	17 532	9 023	51,46	4
37	Triest—Opčina	1902	1.000	5.175	80 1:50	25 43	49,50	»		13 035 550	251 215	6	324	4.75	12 480[2]	—	112 522	18	312 453	29 279	16 977	57,08	4
38	Meidlinger:																						
	a) Kaltern—St. Anton (Adhäsionsbahn)	1903	1.435	2.416	62	120	47,05	»		1 444 082	309 225	4	240	8.43	12 750[2]	—	9 427	16	57 191	45 257	13 208	29,10	4,50
	b) St. Anton—Mendelpaß (Seilbahn)	1903	1.000	2.315	640	400	25,92	»				2	—	—	—	—	14 802	4	57 191				
39	Seilbahn auf den Schloßberg Graz	1894	1.000	0.212	599	130	16,51	»		433 138	2 043 103	2	—	—	—	—	7 791	—	131 985	97 622	75 570	75,33	—
40	Seilbahn Belvedereköhle Prag	1891	1.000	0.109	356	—	—	»		136 108	1 156 951	2	—	—	—	—	7 703	—	357 323	98 100	96 688	98,06	—

[1]) In der Betriebslänge der Wiener Straßenbahnen enthalten, in deren Eigentum die Bahn Ende 1904 übergegangen. — [2]) Motorwagen nur zweiachsig.

Tabelle V. Vergleich von Dampf- und elektrischem Betrieb.

Betriebsjahr 1905	Stubaitalbahn (Wechselstrom) Elektrisch	Überetscherbahn (Bozen—Kaltern) Dampf	Mori—Arco—Riva Dampf
Betriebslänge . . . . . km	18,164	10,623	24,063
Maximale Steigung . . . . . ‰	45	31	30
Kleinster Krümmungshalbmesser (a. d. Streeke) . . . . . m	40	150	50
Spurweite . . . . . »	1,000	1,435	0,760
Gekurvte Länge . . . . . %	52,78	58,97	34,26
Verwendetes Anlagekapital:			
Für Bau und Einrichtung der Bahn . . . . . M.	—	1 939 012	1 913 648
Für Beschaffung der Fahrbetriebsmittel . . . . . »	—	181 880	282 061
Insgesamt . . . . . »	2 345 099	2 426 892	2 195 709
Pro km Banlänge . . . . . »	127 854	224 359	80 614
Zurückgelegte Zugs-km (Personen und Güter) . . . . . km	98 706	66 395	101 427
Anzahl der gefahrenen Züge (einschl. Güter)	5483	4430	4231
Geleistete Achs-km:			
Von Personenwagen . . . km	440 918	384 202	788 010
Von Gepäckwagen . . . »	42 476	132 688	203 542
Von Güterwagen . . . . »	47 480	149 609	435 139
Insgesamt . . . . . »	530 874	666 499	1 427 591
In Verwendung gestandene Personenwagen (Jahresdurchschnitt	10	7	14
Beförderte Personen insgesamt . .	107 090	181 129	247 172
Geförderte Personen-km pro km Betriebslänge . . . . . km	53 359	133 631	151 679
Besetzung der bewegten Plätze %	9.57	28.49	42,23
Jeder Reisende hat durchschnittlich zurückgelegt . . . . km	9,00	11,05	14,77
Beförderte Güter pro km Betriebslänge . . . . . t	282	1873	988
Einnahmen:			
Aus dem Personenverkehr (einschl. Gepäck) . . . M.	127 083	124 977	243 357
Aus dem Güterverkehr . . »	17 817	106041	81 331
Betriebseinnahmen:			
Insgesamt . . . . . »	147 167	240 200	326 712
Pro km Betriebslänge . . . »	8,102	16 042	13 576
Pro Nutz-km . . . . . »	1,49	3,26	3,17
Pro Wagenachs-km . . . . Pf.	27,71	36,04	22,88
Anteil der Einnahmen aus dem Personenverkehr . . . . %	85,31	50,37	67,11
Betriebsausgaben pro km Betriebslänge:			
Allgemeine Verwaltung . . M.	271	245	462
Bahnaufsicht u. Bahnerhaltung »	531	1 843	706
Hiervon entfallen auf die Erhaltung des Oberbaues . . »	168	133	198
Verkehrs- und kommerzieller Dienst . . . . . »	964	1 592	2 214
Zugförderungs- u. Werkstättendienst . . . . . »	1 067	3 954	2 208
Eigentliche Betriebsausgaben:			
Insgesamt . . . . . »	62 354	114 298	134 507
Pro km Betriebslänge . . . »	3 433	7 034	5 590
Pro Nutz-km . . . . . »	0,62	1,55	1,31
Pro Wagenachs-km . . . . Pf.	11,75	17,15	9,43
In % der Betriebseinnahmen (Betriebskoeffizient) . %	42,37	47,58	41,17
Besondere Ausgaben (Entschädigungen, Diäten usw.) pro Bahnkm . . . . . M.	181	1 565	391
Gesamtausgaben	65 640	137 724	143 908
Betriebs-Nettoertrag:			
Überschuß der Betriebseinnahmen über die Gesamtausgaben:			
Insgesamt . . . . . »	81 528	102 476	182 805
Pro km Betriebslänge . . »	4 488	6 844	7 597
In % des Anlagekapitals . %	3.48	4,22	8,33

betrieb[1]), dann folgt die Stubaitalbahn mit 45 ‰; die übrigen haben unter 31 ‰.

Den kleinsten Krümmungshalbmesser auf freier Strecke besitzen die Ringlinie in Baden mit 18 m und die Innsbrucker Lokalbahn mit 22 m.

Die kilometrischen Anlagekosten schwanken zwischen M. 85 905 und M. 293 175, in letzterer Zahl ist jedoch der Durchschnitt der zugehörigen Dampfstrecken mit einbegriffen.

Die Kosten eines Motorwagens (elektrische Lokomotiven sind nicht vorhanden) betragen M. 12 668 bis M. 50 511 (vierachsige Wagen der Stubaitalbahn mit Luftdruckbremse und je vier Wechselstrommotoren sowie Wagentransformatoren).

Die Kosten des elektrischen Stromes stellten sich auf 3,09 Pf. (eigene Kraftgasanlage) bis auf 54,69 Pf. (von Wasserkraftwerk bezogen) pro Nutz-km. Bei der Stubaitalbahn, welche 10000 Volt Zweiphasen-Wechselstrom von den Sillwerken bezieht, betrugen die Stromkosten 7,83 Pf. pro Nutz-km.

Der Betriebskoeffizient ergibt sich zu 42,37 % (Stubaitalbahn) bis 95,92 % (Lokalbahn Tabor—Bechin).

Die reinen Betriebsausgaben variieren von M. 2797 bis M. 20664 pro km Betriebslänge. Die Stubaitalbahn zeigt den günstigsten Wert von M. 3433 pro km Länge.

Die übrigen Ergebnisse, insbesondere in bezug auf die einzelnen Ausgaben, gehen aus den Tabellen hervor, so daß sich eine weitere Erläuterung erübrigt.

Was die elektrischen Kleinbahnen anbetrifft, so sind 24 Straßenbahnen, eine Zahnradbahn (Triest—Opčina, teilweise Adhäsionsstraßenbahn) und drei Seilbahnen vorhanden. Tabelle IV enthält die statistischen Ergebnisse für das Betriebsjahr 1904.[1])

Von den Straßenbahnen haben zehn Normalspur und vierzehn Meterspur; die Zahnradbahn sowie die drei Seilbahnen besitzen Meterspur. (Zu der Mendelbahn gehört ein 2,4 km langes Stück Adhäsionsbahn mit Normalspur.) Außerdem sind noch 24 km elektrisch betriebene Schleppbahnen (Anschlußgleise) vorhanden, welche jedoch in der Statistik nicht aufgeführt sind.

Die größte Steigung finden wir mit 105 ‰ bei den Straßenbahnen in Linz-Urfahr (Adhäsionsbahn auf den Pöstlingsberg), in Czernowitz und in Gablonz. Die Zahnradbahn besitzt 250 ‰ größte Steigung (Schieben der Straßenbahnwagen durch Zahnradgleichstromlokomotiven), die Seilbahnen 356 bis 640 ‰ (letztere bisher größte Steigung bei Seilbahnen).

Den kleinsten Krümmungshalbmesser haben die Straßenbahnen in Prag, Aussig und Lemberg mit 14 bzw. 15 m.

Die Anlagekosten pro Bahn-km betragen M. 69023 bis M. 582253 für die Straßenbahnen, M. 251215 für die Zahnradbahn (Nr. 37) und M. 309225 bis 1156951 für die Seilbahnen.

Die größte Fahrgeschwindigkeit übersteigt nicht 25 km in der Stunde (4 km auf der Seilbahn zur Mendel).

Die kilometrischen reinen Betriebsausgaben variieren von M. 9023 bis M. 74480 für die Straßenbahnen und von M. 13208 bis M. 96688 für die Seilbahnen. Den günstigsten Betriebskoeffizient besitzt bei den Straßenbahnen diejenige von Graz mit 46,14 % und bei den Seilbahnen die Mendelbahn mit 29,19 %.

Bezüglich der sonstigen Betriebsergebnisse sei wiederum auf die Tabelle IV verwiesen.

Es dürfte schließlich von Interesse sein, die Ergebnisse eines elektrischen Bahnbetriebes denen von Dampf-

[1]) Die Angaben gelten für 1904, weil für 1905 noch keine amtliche Statistik vorlag.

betrieben gegenüberzustellen. Die Schwierigkeit besteht jedoch darin, zum Vergleiche Bahnen mit geeigneten, annähernd gleichen Verhältnissen zu finden. Auch hier ist dies nur teilweise möglich, indem die für den Vergleich in der Tabelle V herausgezogenen Dampfbahnen Bozen—Kaltern (Überetscherbahn) sowie Mori—Arco—Riva 1,435 bzw. 0,760 m Spurweite, die zum Vergleich benutzte Stubaitalbahn jedoch Meterspur besitzen. Übrigens gehören sämtliche drei Bahnen der Tabelle V der Südbahngesellschaft.

Die Betriebsausgaben ergeben sich für die elektrische Stubaitalbahn zu M. 0,62 für den Nutz-km gegenüber M. 1,55 bzw. M. 1,31 bei den Dampfbahnen oder zu M. 3433 pro km Betriebslänge gegenüber M. 7634 bzw. M. 5590. Für den Wagenachs-km betragen die Betriebsausgaben 11,75 Pf. auf der meterspurigen elektrischen Bahn gegenüber 17,15 Pf. für die normalspurige und 9,43 Pf. für die schmalspurige Dampfbahn. Wenn trotzdem der Betriebs-Nettoertrag (Überschuß der Betriebseinnahmen über die Gesamtausgaben) bei der elektrischen Bahn nur 3,48% gegenüber 4,22% bzw. 8,33% bei den Dampfbahnen beträgt, so liegt dies hauptsächlich darin begründet, daß der Personenverkehr der erst seit 1904 betriebenen Stubaitalbahn noch zu wenig entwickelt ist. So betrug die Platzausnutzung nur 9,57% (gegenüber 28,49% bzw. 42,23%). Pro km Betriebslänge wurden nur 53359 Personen befördert (133631 bzw. 151670 bei den Dampfbahnen), während insgesamt nur 530874 Achs-km gegenüber 666499 bzw. 1427591 bei den beiden Dampfbahnen gefahren wurden. Hat erst im Laufe der Jahre der Verkehr des Stubaitales entsprechend zugenommen, so wird die Stubaitalbahn ein prozentual ansteigendes besseres Ergebnis zeigen.

Kleine Nachrichten.

Stromleitung.

Industrielle Kondensatoren für Hochspannung. (Auszug aus der gleichnamigen Druckschrift der »Allgemeinen Gesellschaft für elektrische Kondensatoren« in Freiburg [Schweiz].)

Bauart.

Die bis jetzt im Gebrauch befindlichen industriellen Kondensatoren haben drei Hauptfehler:

1. zu geringe Durchschlagsfestigkeit des Dielektrikums,
2. Mangel an inniger Berührung zwischen Dielektrikum und Belegung,
3. ungenügende Kühlung.

Ein weiterer Fehler liegt in der Verwendung organischer Stoffe (Papier, Leinwand usw.) für das Dielektrikum, da eine Zersetzung dieser Stoffe eintritt durch Elektrolyse der darin enthaltenen Flüssigkeiten. — Zahlreiche Versuche des Herrn Mosciski mit ganz verschiedenartigen Kondensatoren ergaben, daß ein Durchschlag fast stets am Rande der Belegungen erfolgte. Z. B. werden bei einer Glasplatte von 0,5 mm Stärke die Teile am Rande der Belegungen schon bei ∞ 11700 Volt durchschlagen, während die Mitte Spannungen bis 67000 Volt aushält. Deshalb wirkt jeder Fremdkörper zwischen Dielektrikum und Belegung schädlich, da er an seinem Umfang gewissermaßen einen Plattenrand bildet.

Zur Vermeidung dieser Nachteile sind die Kondensatoren der A. G. f. el. K. in folgender Weise aufgebaut.

Die einzelnen Elemente bestehen aus Glasröhren T (Fig. 98), deren Wandstärke am Halse C drei- oder viermal größer ist als in dem Hauptteil. Die Röhre ist innen und außen mit einem chemisch erzeugten äußerst dünnen Silberüberzug versehen, welcher durch eine viel dickere Kupferschicht gedeckt wird. Die Kapazität ist also bei dünner Wandstärke groß, ohne daß die Durchschlagsgefahr ebenso groß ist, und die Silberbelegungen stehen bei richtiger Herstellung in inniger Berührung mit dem Dielektrikum. Jede Röhre (Fig. 99) hat oben eine Klemme P_1, welche an die innere Belegung, und unten eine Klemme P_2, welche an die äußere Belegung angeschlossen ist.

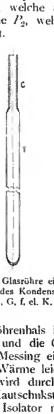


Fig. 98. Glasröhre eines Elementes des Kondensators der A. G. f. el. K.

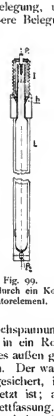


Fig. 99. Schnitt durch ein Kondensatorelement.

Der Röhrenhals ist in einem Hochspannungsisolator festgekittet, und die Glasröhre selbst in ein Rohr L aus Blech oder Messing eingeführt, welches außen geschwärzt ist, um die Wärme leicht auszustrahlen. Der wasserdichte Verschluß wird durch eine Kappe gesichert, in die ein konischer Kautschukstempel b eingesetzt ist; auf diesen drückt der Isolator mit einer Bajonettfassung. Äußere Belegung und Metall stehen durch P_2 miteinander in Verbindung. Der ringförmige Raum zwischen Metall- und Glasrohr ist mit einer nicht gefrierbaren Mischung von destilliertem Wasser und Glyzerin gefüllt. Dadurch wird jede örtliche Erwärmung vermieden, welche unfehlbar einen Bruch des Elementes zur Folge hätte, und als Abkühlungsfläche kommt die geschwärzte Metallröhre in Betracht an Stelle des polierten Kupferüberzuges.

Jedes Element wird durch eine Schmelzsicherung geschützt. Bei Zusammensetzung zu einer Batterie beeinflußt also die Beschädigung eines Elementes die anderen nicht; alle Röhren sind außerdem austauschbar und sehr rasch zu ersetzen. Auch mechanisch bietet diese Ausführung genügende Festigkeit, da das Metallrohr allein sichtbar ist, und die Glasröhre elastisch mit ihm in Verbindung steht, wodurch etwaige Stöße abgeschwächt werden. Die A. G. f. el. K. baut diese Elemente normal für Spannungen von 10000 bis 15000 Volt und prüft sie während und nach der Herstellung mit 27000 bis 40000 Volt, wobei alle, bei denen Erwärmung auftritt, ausgeschieden werden. Allgemein wird die Prüfspannung = der Spannung zwischen zwei Leitungen der betreffenden Anlage genommen, während die Gebrauchsspannung nur die einer Leitung gegen Erde ist. Für höhere Spannungen werden die Elemente in Reihe geschaltet, wodurch schon Batterien für 100000 Volt gebaut wurden. Die A. G. f. el. K. hat schon eine große Zahl Kondensatoren dieser Bauart geliefert.

Der Wirkungsgrad solcher Batterien ist sehr hoch, ungefähr = 99,5%. Fig. 100 zeigt das Äußere einer

Fig. 100. Ansicht einer Kondensatorenbatterie.

Batterie, während Fig. 101 die Abmessungen und Konstruktionen der in Fig. 100 abgebildeten Kondensatorenbatterie erkennen läßt.

Schutz der Leitungsnetze gegen atmosphärische Elektrizität.

Die häufigsten und gefährlichsten Unfälle bei elektrischen Leitungen werden im allgemeinen durch die atmosphärische Elektrizität hervorgerufen; durch unmittelbare Berührung mit elektrisierten Körpern (Wolken, Schnee, in der Luft schwebenden Staubteilchen, trockener Luft), oder durch elektrodynamische Wirkungen, die durch Herstellung des elektrischen Gleichgewichtes in der umgebenden Luft hervorgerufen werden, (Influenzwirkung von Wolken auf elektrische Leitungen oder Ladungserscheinungen infolge einfachen Höhenunterschiedes verschiedener Punkte der Leitung) oder durch unmittelbaren Blitzschlag.

Störungen der letzten Art sind verhältnismäßig wenig für die ganze Leitungsanlage zu fürchten, und die Schutzmittel dagegen sollen hier übergangen werden. Die anderen Schutzmittel beziehen sich also auf zwei Erscheinungen:

1. statische Ladungen durch Berührung mit elektrisierten Körpern; diese werden der Erde als Gleichstrom zugeführt.

2. Induktionserscheinungen infolge von Entladungen in der Nähe der Leitungen; hierbei entstehen Wechselströme von sehr hoher Periodenzahl, etwa 5 bis 600 000.

Die Stärke der abzuleitenden Ströme, um jede Überspannung zu vermeiden, ist im allgemeinen viel größer, als man gewöhnlich annimmt und kann mehrere Hundert Ampere betragen, allerdings nur für sehr kurze Zeit, so daß die Wärmewirkungen nicht wahrnehmbar sind.

Die vollkommene Schutzvorrichtung wäre also die, welche sowohl Gleichstrom als auch Wechselstrom von sehr hoher Periodenzahl bei sehr geringem Eigenwiderstand zur Erde ableiten kann, welche aber trotzdem dem Übergang des Maschinenstromes einen beträchtlichen Widerstand entgegensetzt.

Es wird sich sofort zeigen, daß keiner der bis jetzt im Gebrauch befindlichen Apparate auch nur annähernd diesen Bedingungen Genüge leistet.

Sie lassen sich einteilen 1. in Schutzvorrichtungen mit Funkenstrecken, die mit oder ohne Ohmschen Widerstand aufgestellt werden, 2. Schutzvorrichtungen, welche nur Ohmschen Widerstand besitzen (Flüssigkeitswiderstände).

Schutzvorrichtungen mit Funkenstrecke.

Aus praktischen Gründen lassen sich Hörnerschutzvorrichtungen für eine kleinere Entfernung als 6 mm nicht einstellen. Um eine Entladung hierüber zu ermöglichen sind aber 17 000 Volt nötig, selbst bei 1 mm Entfernung würde man schon 5000 Volt gebrauchen!

Ausgeführte Schutzanlagen zeigen z. B. folgende Werte:

Netzspannung in Volt	Zahl der Funkenstrecken	Länge pro Funkenstrecke in mm	In Reihe geschalteter Widerstand in Ω	Funkenspannung in Volt	höchster Entladestrom ohne Überspannung in Amp.
10 000	16	2,5	2000	160 000	5
15 000	1	13	8000	26 000	2
20 000	48	2,5	6000	500 000	4

Für das Arbeiten der Schutzvorrichtungen sind also einmal sehr hohe Überspannungen nötig, sodann erfolgt die Abführung der Ladung sehr langsam, da der große Widerstand bei gewöhnlicher Spannung nur wenig Strom hindurchläßt. Die Spannungen, welche in der Leitung durch atmosphärische Ladungen entstehen, können aber nur durch einen geringen Widerstand im Erdleiter herabgesetzt werden, da bei 100 Amp. und 2000 Ω ja schon 200 000 Volt erforderlich wären. Anderseits wieder darf dieser Widerstand nicht zu klein sein, um direkte Kurzschlüsse und Resonanzerscheinungen zu vermeiden. Wenn er ganz wegfiele, müßte die Luftstrecke auf das Vier- bis Sechsfache der Netzspannung eingestellt werden, wodurch das Arbeiten der Schutzvorrichtung sehr unzuverlässig wäre. Weiterer Nachteil dieser Schutzvorrichtungen: Sie arbeiten wie Funkenerreger und erzeugen auch Resonanzerscheinungen und Ströme von sehr hoher Periodenzahl. Auch bei Unterbrechung des Lichtbogens treten Überspannungen auf.

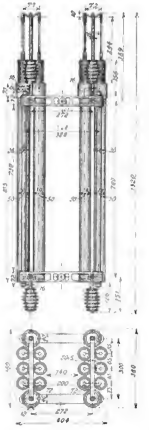


Fig. 101.
Konstruktion der Batterie.

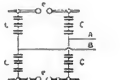


Fig. 102. Schaltung von Kondensatoren und Funkenstrecken zur Erzeugung hoher Periodenzahlen.

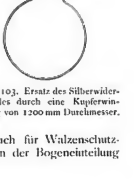


Fig. 103. Ersatz des Silberwiderstandes durch eine Kupferwindung von 1200 mm Durchmesser.

Das Gesagte gilt natürlich auch für Walzenschutzvorrichtungen, obwohl diese wegen der Bogeneinteilung regelmäßiger arbeiten.

Schutzvorrichtungen mit Flüssigkeitswiderständen.

Hier können die atmosphärischen Ladungen unmittelbar abgeführt werden, ohne Störungen und Resonanzerscheinungen; aber auch hier ist der abführbare Strom wegen des großen Widerstandes nur klein, falls nicht Überspannungen auftreten, und außerdem verbrauchen sie dauernd Energie. Für größere Stromstärken wären die Energieverluste zu hoch und die Apparate zu platzraubend und kostspielig. Ausgeführt sind solche Schutzvorrichtungen z. B. in folgender Weise.

Betriebsspannung in Volt	Erdungsstrom in Amp.	Verbrauch in KW
10 000	0,3	5
3 000	0,1	0,5

Vorteile des Schutzsystems der Allgemeinen Gesellschaft für elektrische Kondensatoren.

Schutz der Leitungsnetze gegen die statischen Ladungen.

Hierfür verwendet die A. G. f. el. K. Induktionsspulen von sehr großer Selbstinduktion aber sehr geringem Ohmschen Widerstand, die in Öl gelegt sind und durch diese Spulen werden die Leiter unmittelbar mit der Erde verbunden. Der durch statische Ladungen erzeugte Gleichstrom wird zur Erde fast wie durch einen Kurzschluß abgeführt, während der Wechselstrom in der Leitung einen sehr großen Widerstand findet, und hierbei fast nur wattloser Strom verbraucht wird.

Schutz der Leitungen gegen oszillierende atmosphärische Entladungen.

Die Schutzvorrichtungen müssen hier Ströme von sehr hoher Periodenzahl hindurchlassen, dagegen nicht den normalen Leitungsstrom mit niedriger Periodenzahl. Hierzu dienen Kondensatoren. Der Strom, welchen sie durchlassen, ist ja nicht nur proportional der Spannung zwischen den Belegungen sondern auch proportional der Periodenzahl. Eine Kondensatorenbatterie, welche bei gewöhnlicher Netzspannung und 50 Perioden nur 0,1 Amp. hindurchläßt, kann 1000 Amp. bei einer Periodenzahl von 500 000 abführen ohne Spannungserhöhung; ein hoher Vorteil gegenüber den Flüssigkeitswiderständen!

Folgender Laboratoriumsversuch zeigt uns am besten das Verhalten der Ströme von hoher Periodenzahl und auch das der Kondensatoren. In der Anordnung nach Fig. 102, wo A und B die Leitungsdrähte sind, CC Kondensatorenbatterien, ee Funkenstrecken, mögen die Kapazitäten so bestimmt sein, daß in dem durch die vier Batterien und zwei Funkenstrecken gebildeten Stromkreis Resonanzströme mit einer Periodenzahl $v = 500\,000$ bis $600\,000$ erzeugt werden. Jetzt wird zu der einen Funkenstrecke ein Silberwiderstand w von 7 Ω parallel geschaltet, welcher in einer mit Wasser gefüllten Röhre liegt. Bei Resonanz werden die Funkenstrecken arbeiten, wenn ihre Entfernung einer Spannung von 14 000 Volt entspricht. Gleichzeitig fließt dann durch den Silberwiderstand ein Strom von $\frac{14\,000}{7} = 2000$ Atm., allerdings nur auf ganz kurze Zeit.

Ebenso erhält man eine Funkenstrecke von 10 cm, wenn man parallel zu der einen Funkenstrecke eine Spirale aus einer Kupferwindung von 1200 mm Durchmesser legt (Fig. 103). Setzt man nun an Stelle des Silberwiderstandes oder des Kupferbügels eine Kondensatorenbatterie, so erhalten wir keine Funkenentladung mehr, also auch keinen bedeutenden Spannungsabfall, weil eben die Kondensatorenbatterie für Ströme von hoher Periodenzahl einen Kurzschluß bildet.

Diese Anordnung gibt also eine dauernde Erdverbindung für Ströme von hoher Periodenzahl, dagegen tritt bei dem gewöhnlichen Leitungsstrom nur ein geringer Ver-

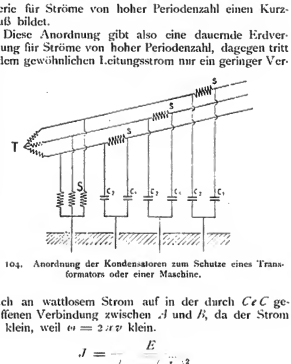


Fig. 104. Anordnung der Kondensatoren zum Schutze eines Transformators oder einer Maschine.

brauch an wattlosem Strom auf in der durch CeC geschaffenen Verbindung zwischen A und B, da der Strom sehr klein, weil $\omega = 2\pi v$ klein.

$$J = \frac{E}{\sqrt{w^2 + \left(\frac{1}{C\omega}\right)^2}}$$

Alle Überspannungen verschwinden, die bei den gewöhnlichen Schutzvorrichtungen mit Funkenstrecke unvermeidlich sind.

Schutz der Leitungsnetze gegen Überspannungen im Betriebe.

Sie treten auf bei plötzlichen Belastungsänderungen und beim Ausschalten von Motoren usw. und können eine Frequenz von mehreren Tausend Perioden haben. Der Schutz hiergegen durch Funkenstrecken mit in Reihe geschaltetem Widerstand ist verfehlt, da ja auch hierbei die Erscheinungen gerade auftreten, welche man zu vermeiden sucht.

Dagegen bieten auch hier die Kondensatorenbatterien eine vollständige Lösung der Aufgabe; allerdings müssen diese wegen der kleineren Periodenzahl größer sein, als wenn sie zum Schutz gegen oszillierende Entladungen angewendet werden. Jedoch wird die ganze Anlage von Kraftwerk, Unterwerken und Leitungsnetz, die alle mit Kondensatoren versehen sind, in ihrer Gesamtheit eine genügend große Kapazität besitzen und eine neue Batterie entbehrlich machen.

Wie klein die Batterie auch sein mag, so setzt sie doch dem Durchgang des Stromes weniger Widerstand entgegen als eine der jetzt im Gebrauch befindlichen Anordnungen.

Anbringung der Schutzvorrichtungen bei einem Verteilungsnetz.

Die Anordnung ist verschieden, je nachdem, ob das zu schützende Werk mehr oder weniger bedeutungsvoll ist.

Fig. 104 zeigt die vollständige Einrichtung zum Schutz eines größeren Transformators oder einer Maschine T. Treten in der Leitung atmosphärische Entladungen von hoher Periodenzahl auf, so fließen diese durch die Kondensatorenbatterien C_1 zur Erde ab, weil die aus Eisen hergestellten Selbstinduktionsspulen s ihnen einen zu hohen Widerstand entgegenstellen. Damit in s aber die hohe Reaktanzspannung zunächst auftritt, muß ein Bruchteil des Ent-

ladungsstromes hindurchfließen, und dieser wird durch die Batterien C_2 zur Erde abgeführt.

Zur Ableitung des durch statische Ladungen entstehenden Gleichstromes dient die Anordnung von Selbstinduktionsspulen S, falls der Anschluß an einen neutralen Punkt nicht möglich ist. Unter Einfluß der normalen

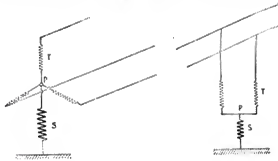


Fig. 105. Benutzung des Nullpunktes P.

Leitungsspannung geht durch S nur ein sehr schwacher Strom (≈ 0,1 Amp.); bei einer ebenso großen Gleichstromspannung kann jedoch wegen des geringen Ohmschen Widerstandes von S ein sehr starker Strom hindurchfließen. Eine solche Spule wird genügen, um ein ziemlich großes Netz auf 20 bis 25 km Entfernung zu schützen. Am Eingang jedes Werkes müssen Kondensatorenbatterien aufgestellt werden. — In den weit häufigeren Fällen, wo ein Nullpunkt P zur Verfügung steht, genügt die billigere Anordnung nach Fig. 105. Noch

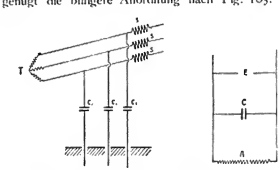


Fig. 106. Vereinfachte Anordnung der Kondensatoren bei kleinen Anlagen.

Fig. 107. Parallelschaltung eines Kondensators C zu einem Wechselstromerzeuger A.

besser und billiger wäre ja die unmittelbare Erdung von P, doch wäre damit der schwere Nachteil verbunden, daß eine Phase unmittelbar kurz geschlossen würde, falls ein Leitungsdraht reißt und zur Erde fällt.

Bei kleineren Anlagen kann die Anordnung von zwei Kondensatorenbatterien erspart werden, und es genügt die Anordnung nach Fig. 106.

Verwendung der Kondensatoren für Generatoren und Motoren.

Die Wirkung einer Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung bei einem Wechselstromerzeuger ist ja die, daß die Leistung geringer wird, bei einem noch günstigen Wert von $\cos\varphi = 0{,}85$ um 15 %, und daß die Erregung gesteigert werden muß, für $\cos\varphi = 0{,}85$ vielleicht fast um den doppelten Wert. Die Maschinen konnten etwa 20 bis 25 % weniger kosten, wenn $\cos\varphi$ stets $= 1$ wäre, oder sie konnten um 20 bis 25 % höher belastet werden.

Eine weitere Verteuerung des Betriebes liegt darin, daß während vieler Stunden am Tage eine große Maschineneinheit laufen muß, ohne entsprechende Nutzleistung, nur zur Lieferung der wattlosen Ströme, welche entstehen durch die Reaktanz des Leitungsnetzes und durch die Erregung der gar nicht oder wenig belasteten Transformatoren und Motoren.

Die Aufhebung der Phasenverschiebung hat also großen wirtschaftlichen Wert.

Übererregte Synchronmotoren sind theoretisch dafür sehr geeignet, in der Praxis aber als umlaufende Einheit kostspielig. Schaltet man dagegen parallel zu dem Wechselstromerzeuger A eine Kondensatorenbatterie C (Fig. 107) und reguliert diese so, daß ihr Strom J_c (Fig. 108) stets gleich der wattlosen Komponente J_d des gesamten Stromes J_r ist, so wird $\varphi = 0$.

Damit werden die oben erwähnten beiden wirtschaftlichen Nachteile beseitigt. Ferner wird der Spannungsabfall der Wechselstromerzeuger sehr vermindert und damit kann der zulässige Strom steigen, welcher ja oft nicht durch die Erwärmung sondern durch den Spannungsabfall begrenzt ist; die Maschinen können jetzt also vorübergehende Spitzen der Belastungskurve leichter decken.

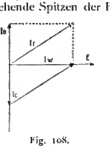


Fig. 108.

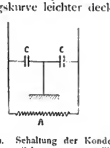


Fig. 109. Schaltung der Kondensatoren zum Schutze gegen oszillierende atmosphärische Entladungen.

Weiter wird jetzt die Regelmäßigkeit der Spannungskurven besser gewahrt, und die plötzlichen Belastungsschwankungen beim Anlassen von Motoren und raschen Überlastungen fallen fort. Aber mit dieser Anordnung sind noch weitere Vorteile verbunden:

Die parallel geschaltete Kapazität der Kondensatorenbatterie dämpft die harmonischen Wellen der Spannungs- und Stromkurven, welche manchmal bis zur 15. Ordnung hinaufgehen, und zwar um so mehr, je höher ihre Ordnung ist, also gerade die am meisten gefährlichen Oberschwingungen. Damit fallen die Potentialsteigerungen in dem Netz fast fort, und die Sinusform der Kurven wird auch hierdurch nicht mehr sehr beeinflußt.

Ferner werden die Störungen, welche bei Betätigung eines Ausschalters leicht entstehen, durch Parallelschaltung

Fig. 110. Anwendung von Kondensatoren bei Straßenbahnen.

einer Kondensatorenbatterie vermieden. Die Periodenzahl der hierbei entstehenden Schwingungen kann auf 6000 bis 8000 geschätzt werden; die Kondensatoren lassen also gegenüber der Periodenzahl von normal 50 ohne Überspannung Ströme hindurch, die 120 bis 160 mal so stark sein können als gewöhnlich.

Das gilt in noch höherem Maße für die oszillierenden atmosphärischen Entladungen mit einer Periodenzahl von 500000 bis 1000000: Anordnung nach Fig. 109; der Kurzschluß mit der Erde ist dafür fast ein direkter, und die Maschinen sind gegen alle diese Entladungen geschützt.

Nun die Kosten!

Kondensatoren der A. G. f. el. K. sind am preiswürdigsten für 20000 Volt. Für Kraftwerke mit weniger als 13000 Volt empfiehlt sich die Verwendung eines Transformators. Die Leistung der Batterie muß $L \sin \varphi$ sein, um bei L KW die Phasenverschiebung φ ganz aufzuheben.

Es sei vorhanden eine Anlage von 5000 Volt und $L = 5000$ KW Leistung bei $\cos \varphi = 0{,}85$, $\varphi = 58°$ $L \sin \varphi = 5000 \cdot \sin 58 = \sim 2300$ KW = Leistung der aufzustellenden Batterie. Bei 24 M/KW kostet die

2300 KW Batterie	M.	60000
Transformator	»	24000
Installationskosten	»	8000
zus.	M.	92000.

Dagegen werden an Leistung gewonnen 15 % von 5000 KW = 750 KW, also 1 KW gewonnene Kraftwerkleistung kostet nur $\frac{92000}{750} = 123$ M.

Anwendung der Kondensatoren bei Motoren.

Bei jeder Stromunterbrechung einer Straßenbahn, wenn der Stromabnehmer den Fahrdraht oder das Rad die Schiene verläßt, entstehen Ströme von hoher Periodenzahl und Überspannungen, die bis 5000 Volt und mehr betragen, also leicht Isolationsdurchschläge hervorrufen können. Hiergegen schützt die Anordnung nach Fig. 110: R ist der Stromabnehmer, S Fahrschalter, LL Selbstinduktionsspulen, TT Schenkelspulen und aa Anker der Motoren, nn ein Wagenrad. Die Kondensatorenbatterie C_1 schließt die Motoren kurz, und C_2 sind feststehende Batterien, welche in bestimmten Abständen zwischen Fahrdraht und Erde liegen.

Hierdurch werden alle Überspannungen von hoher Periodenzahl durch die Batterien abgeführt, ohne die Motoren beschädigen zu können. — Muß ein Drehstrommotor durch einfachen Wechselstrom gespeist werden, so läßt er sich trotzdem bei voller Last anlassen, wenn man zur zweiten Phase der Ständerwicklung eine Kondensatorenbatterie und zur dritten eine Selbstinduktionsspule parallel schaltet. Batterie und Spule sind für 60 % die Motorleistung zu bemessen, vorausgesetzt, daß der Läufer mit Anlaßwiderständen versehen ist; sonst müßte die Kapazität der Batterie 2 bis 2,5 mal so groß sein, um beim Anlauf mit dem höchsten Drehmoment zu arbeiten.

Aus dem Rechtsleben.

Die Einführung der Umsteigekarten auf den Wiener Straßenbahnen für mehrmaliges Umsteigen hat zu einem Mißbrauch und einer Schädigung der Straßenbahnverwaltung geführt, indem vor dem letzten Umsteigen weggeworfene Fahrkarten von Unbefugten aufgenommen und zur Ausführung der Fahrt bis zum Endpunkte der Fahrtberechtigung benutzt werden. Nachdem auf Anzeige der Straßenbahnverwaltung Personen, die mit solchen, von ihnen nicht bezahlten Fahrkarten betroffen wurden, wegen Betruges bestraft worden sind, wird neuerdings die Auffassung vertreten und verbreitet, daß ein strafrechtlicher Betrug nicht vorliege und es sich nicht um eine Vermögensbeschädigung, sondern nur um Entziehung eines Gewinnes handle.

Diese Auffassung ist unrichtig; sie widerspricht einer ständigen Rechtsprechung der österreichischen Gerichte. Nach dem Straßenbahntarife sind alle Fahrscheine unübertragbar auf Grund besonderer Bestimmung desselben. Die Unübertragbarkeit folgt aber auch aus dem Vertragsschlusse. Die Fahrscheine für ein- oder mehrmaliges Umsteigen werden nur bei dem Antritt der Reise der diese beginnenden Person verabfolgt, es wird mithin ein Beförderungsvertrag nur mit dieser Person abgeschlossen und dabei keineswegs der Vorbehalt gemacht, daß die aus dem Vertrage für den Fahrgast sich ergebenden Rechte teilweise übertragen werden dürfen. Ein solcher Vorbehalt kann auch sonst aus den Verhältnissen nicht geschlossen werden, die Straßenbahnen könnten sich auf denselben, würde er geltend gemacht, überhaupt bei der Betriebsart und Kontrollart, die jetzt üblich ist, nicht einlassen. Die Umsteigkarte stellt für die Bahn das Ende ihrer Leistungspflicht dem sie Lösenden gegenüber, für den letzteren das Ende seines Leistungsanspruches dar. Verläßt er den Wagen vor dem Endpunkte, so muß daraus gefolgert werden, daß er auf weitere Vertragsausführung verzichtet, da die Fahrkarte stets nur für eine ununterbrochene Fahrt gilt.

Mit dem Verlassen des Wagens durch den Fahrgast ist seine Reise und damit der Transportvertrag beendigt, die Fahrkarte somit wirkungs- und wertlos geworden, zugleich aber auch jede weitere Leistungspflicht beendigt. Setzt ein Unbefugter auf Grund der weggeworfenen Fahrkarte die Fahrt fort, so muß die Bahn ihm ihre Arbeit ohne Entschädigung leisten, sie wird in ihrem Vermögen dadurch geschädigt, daß ihr weder für ihre Auslagen, noch für den Geschäftsgewinn, auf den sie mit Abschluß des Beförderungsvertrages einen Rechtsanspruch hat, ein Ersatz geleistet wird.

Diese Ausführungen entsprechen auch dem deutschen Rechte. Vor Einführung des Bürgerlichen Gesetzbuches hat etwa 30 Jahre lang die Frage der Übertragbarkeit der Fahrkarten die Gerichte von Zeit zu Zeit wieder beschäftigt, bezüglich der Übertragbarkeit der Rückfahrkarten entbrannte in der Literatur ein Kampf — es sei nur an die Arbeiten de Jonges erinnert — der die praktische Folge hatte, daß alle Rückfahrkarten mit dem Aufdrucke des Unübertragbarkeitsvermerkes versehen wurden. Vgl. Eger, Verkehrsordnung, zu § 12, und Olshausen, Strafgesetzbuch, zu § 263 (6. Aufl., Bd. II, S. 1011). Darin war man aber bald einig, daß die Benutzung einer weggeworfenen Fahrkarte eine Vermögensbeschädigung der Bahn und damit einen nach § 263 StGB. strafbaren Betrug enthielt. An dieser Rechtsauffassung hat das neue deutsche bürgerliche Recht nichts geändert. Der Personenbeförderungsvertrag ist ein Werkvertrag, der Rechte und Pflichten nur zwischen den Vertragsparteien begründet. Der Vertrag wird durch Lösung der Fahrkarte abgeschlossen, Vertragsgegner der Bahn ist mithin nur derjenige, der die Fahrkarte bezahlt hat bzw. sich hat verabfolgen lassen. Die Fahrkarte ist das Legitimationspapier des Fahrtberechtigten und Quittung seiner Vertragserfüllung, ist aber unbestritten kein Inhaberpapier, wie schon das Übertragungsverbot der Tarife ergibt, welche alle allgemeinen und deshalb veröffentlichten Vertragsgrundlagen für beide Vertragsteile verpflichtend und für die rechtliche Würdigung des Fahrtausweises ausschließlich maßgebend feststellen. W. C.

Neue Bücher.

Der eingeschlossene Lichtbogen bei Gleichstrom. Von Dr.-Ing. K. Stockhausen. 210 Seiten, 4 Tafeln, Leipzig 1907, Ambr. Barth. Preis brosch. M. 6.

Das Werk, hervorgegangen aus einer im elektrotechnischen Institut der Dresdener Hochschule ausgeführten Doktorarbeit, behandelt in 5 Kapiteln die wichtigsten Eigenschaften der Bogenlampe mit eingeschlossenem Lichtbogen, und zwar insbesondere die mechanischen Vorgänge, die Temperatur der Glocke, die elektrischen Be-

zichungen, die chemischen Verhältnisse und das Spektrum. In sehr losem Zusammenhang mit dem eigentlichen Thema steht das 6., längste Kapitel (75 Seiten) über die Photometrie der Bogenlampen, wobei das Kugelphotometer in der vom Verfasser ausgeführten Konstruktion am eingehendsten besprochen wird. Die konstruktiven Anordnungen der Bogenlampen der verschiedenen Firmen sind dagegen fast gar nicht behandelt.

Wie der Verfasser schon in der Einleitung betont, kommt es ihm in erster Linie auf Klarlegung der Unterschiede gegen den offenen Lichtbogen an, da ja beim letzteren die quantitativen Verhältnisse festgelegt sind.

Der wertvollste Teil der Arbeit ist zweifelsohne die große Anzahl übersichtlich angelegter Beobachtungsreihen, da es bis jetzt an derartigen Veröffentlichungen fehlte und man im wesentlichen auf die Angaben der sich teilweise bekämpfenden Firmen angewiesen war.

Dagegen kann man dem Buch den Vorwurf nicht ersparen, daß es viel deutlicher geworden wäre, wenn es nicht gar so deutlich hätte werden wollen, wie sich Kant in seiner Vorrede zur Kritik der reinen Vernunft ausdrückt. Bei den vielen Wiederholungen im Text und dem schwülstigen Stil erlahmt das Interesse des Lesers, trotzdem das Buch an sich klar geschrieben und durch das Zusammenfassen der Resultate am Ende eines jeden Paragraphen zu Leitsätzen der Haupttinhalt nochmals hervorgehoben ist.

Die Begründung dieser Leitsätze ist nicht immer einwandfrei. Es ist natürlich kaum möglich, nach zweijährigem Studium ein Gebiet voll und ganz zu beherrschen, welches so verschiedenartige Disziplinen, wie elektrische Entladungen durch Gase, Bogenlampentechnik, Gasanalyse, Photometrie und Spektroskopie, in sich schließt. Der Verfasser tritt jedoch bei der Aufstellung dieser Leitsätze mit einer Sicherheit auf, die mir nicht immer berechtigt erscheint.

Um nur einen sachlichen Irrtum herauszugreifen, so kann die Temperaturbestimmung der Glocke einer Bogenlampe mittels Widerstandszunahme eines um die Glocke herumgelegten Drahtes wohl relative, aber nicht absolute Werte ergeben. Die ganzen Fehler, welche durch Wärmestrahlung und Wärmeleitung bedingt sind, hat der Verfasser nicht einmal angedeutet.

Trotzdem sich verschiedene ähnliche Fehler vorfinden, so wird doch der experimentelle Wert der Arbeit dadurch wenig beeinträchtigt. Der Leser tut jedoch gut, etwas vorsichtiger beim Ziehen der Konsequenzen zu sein als der Verfasser selbst. Alle diejenigen, welche sich mit der hier besprochenen Art von Bogenlampen zu befassen haben, werden aus dem Studium des Buches, einmal wegen des sehr reichhaltigen experimentellen Materials, sodann wegen der vielen Literaturhinweise, reichen Nutzen ziehen können. Brion.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

1. Ganze Kraftanlagen (Kraftwerke).

Hydro-electric Power versus Steam for Industrial Plants. By H. von Schon. (The Eng. Mag., Juni-Juli 1907.) Schluß. Eingehende Beschreibung von drei charakteristischen, ganz modernen, unter sich wesentlich verschiedenen Wasserkraftwerken.

1. Wasserkraftwerk mit niedrigem Gefälle bei Sault Ste Marie, Michigan, am unteren Ende des Oberen Sees. Das Niederschlagsgebiet umfaßt etwa 130000 qkm, 1650 bis 3400 cbm Wasser fließen in der Sekunde aus dem Oberen See ab. Der Höhenunterschied vor und hinter den Sault-Stromschnellen beträgt im Mittel 6 m. Das Kraftwerk ruht auf Holzrost und Betonfundament, das von 12000 bis auf den Fels getriebenen Pfählen getragen wird. 8000 Betonblöcke von etwa $0{,}9 \times 0{,}9 \times 1{,}5$ cbm mit ineinander greifenden Vorsprüngen und Vertiefungen bilden drei Seiten der 81 Turbinenkammern, während die vierte Seite und das Dach aus gewölbtem Eisenbeton hergestellt sind. Die Ausrüstung besteht aus 80 Einheiten von je vier Reaktionsturbinen mit horizontaler Welle, die zum Teil mit Wechselstromgeneratoren von 375 KW Leistung, 200 Volt Klemmenspannung und 60 Perioden gekuppelt sind, und die auf die elektrischen Schmelzöfen von Kalzium-Karbidwerken arbeiten. Gesamte Anlagekosten etwa M. 10 Mill.

2. Kraftanlage der Georgion Bay Power Company, Ltd., bei Toronto, Can. Das Niederschlagsgebiet ist 520 qkm groß, die verfügbare Wassermenge 2,3 cbm/Sek. und die wirksame Fallhöhe etwa 122 m. In den Fluß hinein wurde der Staudamm gebaut, von dem das Wasser durch eine stählerne Hochdruckleitung von etwa 1,1 km Länge zum Kraftwerk geleitet wird. Hier werden in zwei Maschinensätzen 1840 KW erzeugt. Kraftübertragung durch Drehstrom von 13000 Volt über 61 km.

3. Die dritte Anlage ist die kürzlich vollendete wasserelektrische Anlage der Patapsco Electric Mfg. Co. am Patapsco Fluß bei Ilchester, etwa 26 km von Baltimore. Besonders bemerkenswert ist der hier zuerst ausgeführte Einbau des Kraftwerkes in das Innere eines Staudammes (Fig. 111). Dieser ist aus Eisenbeton hergestellt, 75 m lang, 11,6 m breit und ganz auf den Felsen fundiert. Der innere Hohlraum des Dammes ist durch senkrechte Zwischenwände in einzelne Kammern geteilt, die zum Teil als Maschinen- und Schaltraum ausgenutzt werden. Zu diesem Zweck wurde zwischen den Seitenwänden in passender Höhe über dem Unterwasserspiegel eine Eisenbetondecke eingezogen, auf der sich ein ganz aus Hohlziegeln erbautes Haus erhebt, so daß die zwischen den Betonwänden des Dammes und denen des Hauses verbleibende Luftschicht die Maschinenräume vor jeglicher Feuchtigkeit bewahrt. Die mit stehender Welle ausgeführten Turbinen erhalten das Arbeitswasser durch Stahlrohrleitungen, welche durch die Dammwand auf der Oberwasserseite hindurchtreten. Die Saugrohre sind unter senkrecht zu den Turbinengehäuse angeschlossen und gießen mündend in Aushöhlungen des felsigen Bodens aus, die mit dem Unterwasser in Verbindung stehen. Jedes Turbineneinlaufrohr ist mit einem Krautrechen versehen und mit einem Absperrschieber, der vom Maschinenhausflur aus bedient wird. Die Maschinenräume sollen gänzlich frei von Feuchtigkeit sein, die Beleuchtung erfolgt in der Regel durch Tageslicht, das durch die Fenster auf der Unterwasserseite hinzutreten kann. Die Lufterneuerung wird durch Ventilatoren bewirkt. Es sind in drei Kammern drei Maschinensätze aufgestellt von insgesamt etwa 1650 PS Leistung.

Allgemeine Übersicht über die Gesichtspunkte, die beim Entwurf und besonders bei der Prüfung der zu erwartenden Wirtschaftlichkeit von Wasserkraftanlagen zu beachten sind: Wahl der Örtlichkeit, Art der Ausnutzung (an Ort und Stelle oder Fernübertragung), Studium der topographischen, geologischen und klimatischen Beschaffenheit des Niederschlagsgebietes, Bestimmung der verfügbaren

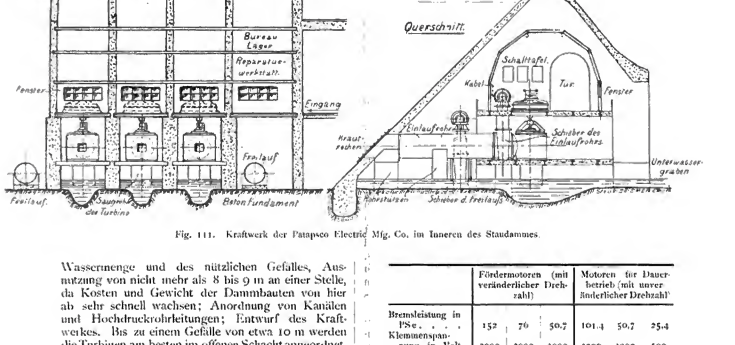


Fig. 111. Kraftwerk der Patapsco Electric Mfg. Co. im Inneren des Staudammes.

Wassermenge und des nützlichen Gefälles, Ausnutzung von nicht mehr als 8 bis 9 m an einer Stelle, da Kosten und Gewicht der Dammbauten von hier ab sehr schnell wachsen; Anordnung von Kanälen und Hochdruckrohrleitungen; Entwurf des Kraftwerkes. Bis zu einem Gefälle von etwa 10 m werden die Turbinen am besten im offenen Schacht angeordnet, bei größeren Höhen in Kammern, in die das Wasser durch Rohrleitungen eintritt. Möglichst große und untereinander gleiche Einheiten. Fernübertragung bis zu 500 km.

Turbinenkosten . . .	M.	20 bis 40 pro PS e
Kosten der Regulatoren	M.	1200 bis 2100
Generatoren	M.	42 bis 50 pro KW
Transformatoren . . .	M.	17 bis 25 pro KW
Schalttafelfeld fertig aufgestellt mit Apparaten und Instrumenten . .	M.	1000 bis 1700.

Die gesamten Anlagekosten liegen zwischen M. 500 und 600 pro PS. Der Höchstwert beträgt M. 700 pro PS.

The Aberdare Collieries of the Powell Duffryn Company. By Charles P. Sparks. (The Electr. Mag. Vol. VII, Nr. 3.) Die Aberdare Kohlengruben bei Cardiff in Wales, welche jährlich Mill. $1^1/_4$ Tonnen Kohle fördern, wurden früher von sechs ganz voneinander unabhängigen Gleichstromkraftwerken mit Strom von 200 bis 400 Volt Spannung für Licht und Kraft versorgt. Anstatt diese Werke bei der weiter fortschreitenden Elektrisierung entsprechend zu erweitern, entschloß man sich zum Bau eines gemeinsamen Kraftwerkes für alle Gruben, um die Kraftmaschinen bei geringeren Reserven besser ausnutzen zu können und um Anlagekapital und Betriebskosten niedriger zu halten. Das mit Strom zu versorgende Gebiet ist fast 21 qkm groß, einige Punkte sind bis zu 6,5 km vom Kraftwerk entfernt. Aus diesem Grunde entschloß man sich zur Einführung von Drehstrom von 3000 Volt Spannung und 50 Perioden in der Sekunde, unter Vereinigung der vorhandenen Gleichstrommotoren von insgesamt etwa 210 PS Leistung auf einer Grube, wo sie mit Hilfe eines Motorgenerators auch mit an das Hochspannungsnetz angeschlossen wurden.

	Fördermotoren (mit veränderlicher Drehzahl)			Motoren für Dauerbetrieb (mit unveränderlicher Drehzahl)		
Bremsleistung in PSe	152	76	50,7	101,4	50,7	25,4
Klemmenspannung in Volt	3000	3000	3000	3000	3000	500
Rotordurchmesser in mm . .	1079	762	635	1067	610	488
Drehzahl bei Vollast pro Min.	290	365	305	290	485	485
Wirkungsgrad $^1/_1$	89,5	89	85	90	91	87,5
bei Belastung $^3/_4$	89,0	88	84	91	90	88
$^1/_2$	87,5	86	82	91	88,5	87
cosφ bei Belastung $^1/_1$	0,78	0,82	0,72	0,87	0,83	0,85
$^3/_4$	0,71	0,78	0,63	0,86	0,77	0,80
$^1/_2$	0,60	0,68	0,50	0,82	0,65	0,70
Größtes Anlaufmoment i. mkg	0,353	0,374	0,457	0,249	0,498	0,340
Luftspalt in mm . . .	2,04	1,53	1,53	1,27	1,02	1,02
Temperaturerhöhung in °C .	35	30,5	45	37	60	30
Gewicht des Motors in kg ohne Grundplatte .	3130	1635	1320	2720	1725	975

Das Kraftwerk enthält eine Drehstromdynamo von 2000 KVA. und zwei von 1000 KVA. bei cos $\varphi = 1$ bis 0,75; die Maschinen werden angetrieben durch je eine liegende Verbunddampfmaschine mit Einspritzkondensation, ohne Schwungrad, da die zum Parallelbetrieb erforderlichen Schwungmassen in den Magneträdern untergebracht sind. Schalttafel nach dem System der ausziehbaren Zellen, die nur ausgefahren werden können bei geöffnetem Hochspannungsschalter.

Die im Netz verwandten Motoren dienen entweder zur Kohlenförderung (Motoren mit veränderlicher Drehzahl, in Größen von 25 bis 300 PS Leistung, Gesamtleistung 3260 PS) oder zum Antrieb von Ventilatoren, Pumpen, Becherwerken, Kohlenwäschen, Kohlensieben, Brikettpressen und von Arbeitsmaschinen in den Werkstätten (Motoren mit unveränderter Drehzahl, in Größen von 5 bis 180 PS, Gesamtleistung 1450 PS). Bis herab zu 50 PS sind alle Motoren als Hochspannungsmotoren ausgeführt, während für die kleineren Typen die Spannung durch Transformatoren von 3000 auf 500 Volt erniedrigt wird.

UofM

Über die Anlagekosten werden folgende Angaben gemacht:

1. Kraftwerk: Gebäude, Dampferzeugungsanlage, Stromerzeuger und Schaltanlagen (Ersatz mitgerechnet) M. 232 pro KW.

2. Kraftübertragung: Fernleitung, Verteilungsstationen über und unter Tage, Transformatoren und Schaltapparate M. 52 für jede installierte PSe.

3. Elektrischer Antrieb: Motoren, Fahrschalter, Schaltapparate und mechanische Übersetzung M. 78 bis M. 130 für jede installierte PSe.

Bei einer Leistung von Mill. 4,5 KW.St. im Jahr, d. h. bei einem Belastungsfaktor des Kraftwerkes von

$$\frac{4\,500\,000 \text{ KW.St.}}{365 \times 24 \times 1500 \text{ KW.St.}} = 34\,\% \text{ und bei einem}$$

Kohlenpreis (Heizwert 3300 WE.) von M. 4.16 für 1 t ergaben sich die reinen Betriebskosten zu . . M. 1,50 pro KW.St. die Kosten für Verzinsung und Abschreibung des Kraftwerkes (zu 10 %) zu . . . . . M. 1,54 pro KW.St. d. h. die gesamten Kosten zu M. 3,04 pro KW.St.

Die Reserve beträgt gegenwärtig noch 100 % wird sich jedoch später nach Aufstellung einer weiteren 1500 KW-Maschine auf 67 % vermindern und die Kosten werden bei einem Belastungsfaktor von 45 % unter 2,5 Pf. pro KW.St. fallen.

Steam-driven Transmission Stations of the Società Lombarda of Milan, Italy. (El. World, 9. Nov. 1907, S. 917.)* Zu ihren beiden hydroelektrischen Kraftwerken Nizzola (erbaut 1900, 12000 KW) und Turbigo (erbaut 1901, 3700 KW) wurde als Erweiterung und Reserve 1903 ein Dampfkraftwerk in Legnano errichtet. Zwei liegende Dreifachexpansionsmaschinen von Tosi, direkt gekuppelt mit je einem Schwungrad-Drehstromgenerator für 2400 KVA. (Spannung 10500 Volt, 50 Perioden) von Brown, Boveri & Cie. Garantierter Wirkungsgrad und Dampfverbrauch bei einer Dampftemperatur von 250 bis 280° C und 12,6 Atm. Dampfdruck:

Füllung im Hochdruckzylinder, %	13	19	25	30	44
Leistung, PSe	1100	1480	1750	2000	2700
Wirkungsgrad, %	83	86	87,5	88,5	90
Dampfverbrauch, kg/PSi	4,6	4,45	4,3	4,5	4,57

Garantierter Wirkungsgrad der Generatoren bei Vollast (1920 KW) und $\cos\varphi = 1 = 95\,\%$ bei Vollast (1920 KW) und $\cos\varphi = 0{,}8 = 93{,}5\,\%$. Spannungsabfall von Leerlauf auf Vollast, induktionsfrei $= 9\,\%$; bei $\cos\varphi = 0{,}8 = 23\,\%$. Zur Dampferzeugung 6 Wasserröhrenkessel für 13,7 Atm., gesamte Heizfläche = 1770 qm, Überhitzerfläche = 360 qm. 16 Ekonomiser von 482 qm. Die Schaltanlage ist so eingerichtet, daß das Kraftwerk sowohl vollkommen unabhängig als auch parallel mit einem der beiden Wasserkraftwerke arbeiten kann. — Im Jahre 1904 von der Società Lombarda zusammen mit der Alkali-El.-Ges. das 20000-PS Kraftwerk am Poschiavosluß (Südschweiz) erbaut. Von dort Arbeitsübertragung (160 km) nach Legnano. Hierzu wurde eine Dampfreserve im Kraftwerk Castellanza aufgestellt von zwei Stück 5000 KW-Turbogeneratoren, Type Brown, Boveri & Cie. gebaut von Tosi, Legnano (11000 Volt, 50 Perioden, Drehzahl = 1000). Garantierter Dampfverbrauch bei 275 °C Dampftemperatur und 12,6 Atm. Dampfdruck:

Leistung, KW	5000	4000	2000	1000
Dampfverbrauch, kg/KW.St.	6,9	7,2	8,6	11,1
Kohlenverbrauch, kg/KW.St.	0,79	0,825	0,995	1,27

(Cardiff-Kohle.)

Die Elektrizitätswerke am Rheintalischen Binnenkanal. Von L. Pasching, Zürich (E. T. Z., 17. Okt. 1907, S. 1005).* Der zu Kulturzwecken im Rheintal oberhalb des Bodensees angelegte Kanal hat drei örtlich weit voneinander getrennte Gefällstufen von je 3 bis 3,5 m bei einer mittleren Wassermenge von 9 bis 10 cbm/Sek. An jeder Gefällstufe ist ein Kraftwerk errichtet, aber nur eins der drei Werke ist als Hauptkraftwerk ausgebildet und mit Synchrongeneratoren versehen, die beiden anderen sind mit Asynchrongeneratoren ausgerüstet. Da bei gegebener Spannung und fester Periodenzahl die Stromstärke der Asynchrongeneratoren für eine bestimmte Leistung der Turbinen konstant bleibt, so bedürfen diese Generatoren keiner besonderen Regelung. Wenn die Belastung des Netzes kleiner wird als die Leistung der asynchronen Generatoren, so tritt eine Beschleunigung der Synchrongeneratoren ein, die durch Ausschalten der Asynchrongeneratoren und Schließen ihrer Turbinen behoben wird. Die Asynchrongeneratoren besitzen keine besondere Erregung, die rotierenden Teile sind als Kurzschlußanker ohne Isolation ausgebildet. Das Einschalten geschieht, sobald die synchrone Drehzahl nahezu erreicht ist. Die Schalttafel besitzt nur Ausschalter und Hauptstromzeiger. Die Regelung der Netzspannung, der Erregung und der Turbinengeschwindigkeit erfolgt nur im Hauptkraftwerk, die Bedienung der beiden Nebenkraftwerke untersteht nur je einem Wärter. Ein Nachteil ist es, daß die Synchrongeneratoren mit einem sehr niedrigen Leistungsfaktor arbeiten, da sie auch den wattlosen Strom für die Erregung der Asynchrongeneratoren zu decken haben. Die Mehrausgabe für die wegen des ungünstigen Leistungsfaktors etwas größer zu bemessenden Synchrongeneratoren wird reichlich ausgeglichen durch den geringen Preis der Asynchronmaschinen und die Vereinfachung und Verbilligung der Schaltanlage. Dazu kommen die viel geringeren Bedienungskosten der Asynchronmaschinen. — Das Hauptkraftwerk enthält drei Einheiten von je 250 PS (Francisturbinen mit stehender Welle mittels Kegelräder auf Drehstrom-Synchrongeneratoren für 10000 Volt, 225 Umdr./Min., 50 Perioden arbeitend), die Nebenkraftwerke je zwei solcher Einheiten aber an Stelle der Synchron-Asynchrongeneratoren. Betriebsergebnisse während des 1 ½jährigen Betriebes vollständig befriedigend.

G. Bahnbetrieb und -unterhaltung, Verkehrswesen.

Betriebskosten und Ergebnisse der New Yorker Stadtbahnen. (E. u. M. Wien, 8. Sept. 1907, S. 698.) Die Interborough Rapid Transit Co. mit einem Bahnnetz von 320 km Länge beförderte 1906 820 Mill. Passagiere bei 148 Mill. Wagen-km. Die reinen Betriebskosten betragen 20 Pf. für 1 Wagen-km. Dieselben verteilen sich in Prozenten auf

Unterhaltung des Ober- und Unterbaues	11,1 %
Unterhaltung des Wagenmaterials	13,5 %
Stromkosten im Kraftwerk (hiervon 61 % auf Kohlen)	21,9 %
Betrieb der Wagen (einschl. Löhne)	42,3 %
Sonstige Ausgaben	11,1 %

Die Betriebskosten erfordern 41,6 % der Gesamteinnahmen, welche 52 Pf. für 1 Wagen-km betragen.

Herausgegeben von Professor Dr. Jng. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN
CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KOTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Maitland; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. ROSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHERICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Baurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **24. Februar 1908.** **Heft 6.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.
Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.
Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Zusammenhang zwischen Leistungsfähigkeit und Zugfolgezeit einer Stadtbahn. Von G. Brechi, Regierungsbaumeister. S. 101.

Die elektr. Einrichtungen der New York - New Haven and Hastford Bahn. Von Ingenieur Wilhelm Reinhart, Pittsburg. (Schluß.) S. 103.

Stehende Dampfturbinen in Eisenbahnkraftwerken. Von Frank C. Perkins. S. 109.

Kleine Nachrichten. N. 111. Neue Bahnen: Elektrische Bahn Salzburg—Berchtesgaden. — Naturbaumessung elektrischer Triebkraft: Umwandlung einer Drahtseilbahn in elektrischen Betrieb. — Stromleitung: Zubehörteile für Glühlampen- und Isolationsprüfungen. — Allgemeines: Anfahrautomatoren der F. G. L. — Zuschriften an den Herausgeber: Zuschriften von Béla Valatin und Fabdr. Eichberg.

Geschäftliches. S. 116. Hackethalbraht-Gesellschaft m. b. H. zu Hannover.

Aus den Geschäftsberichten. S. 116. Auszug aus dem öffentlichen Geschäftsbericht der Siemens & Halske A.-G. für das Geschäftsjahr vom 1. August 1906 bis 31. Juli 1907.

Neue Bücher. S. 116.

Zeitschriftenschau. S. 117.

Zusammenhang zwischen Leistungsfähigkeit und Zugfolgezeit einer Stadtbahn.[1])

Von **G. Brechi**, Regierungsbaumeister.

Je kürzer die Zugfolgezeit ist, sagt Herr Pfeil, desto höher ist die Leistungsfähigkeit einer Bahnlinie. Das ist natürlich richtig, wenn man, wie Herr Pfeil, von vornherein nur mit einer bestimmten konstanten Zuglänge arbeitet. Warum aber die Betrachtung so einschränken?

Unter Leistungsfähigkeit der Bahn versteht man zweckmäßig die durchschnittlich in der Zeiteinheit gefahrene Platzzahl, d. h. einen Wert J, der offenbar proportional dem Quotienten $\frac{\text{Zuglänge}}{\text{Zugfolge}}$, also mit den Bezeichnungen des Herrn Pfeil $= \text{const.} \frac{z}{t}$ ist.

Nun hängt aber die Zuglänge z doch eng mit der Zugfolgezeit t zusammen, ohne daß diese Abhängigkeit eine geradlinige sein wird. [Nur in diesem Falle würde ja die für eine bestimmte Zuglänge durchgeführte Rechnung allgemein Gültigkeit haben und die Leistungsfähigkeit unabhängig von der Zuglänge sein.] Will man daher die größte Leistungsfähigkeit einer Bahnstrecke untersuchen, so erscheint es zweckmäßig, sich erst über das veränderliche Verhältnis von Zuglänge zur Zugfolge klar zu werden und zu ermitteln:

1. Gibt es vielleicht hierfür ein günstigstes Verhältnis?

2. Wenn das nicht der Fall ist, wird das Verhältnis bei großen oder bei kleinen Zuglängen günstiger?

Mit anderen Worten: Ergibt der Betrieb mit Einzelwagen bzw. kurzen Wagenzügen mit schneller Zugfolge oder der Betrieb mit langen Zügen und entsprechend langsamerer Zugfolge größere Leistungsfähigkeit?

Für diese Untersuchungen kann man die Zugfolgezeit als nur von der Zuglänge abhängig betrachten und die Bewegungsverhältnisse des Zuges (Beschleunigung, Geschwindigkeit und Verzögerung) als konstant gegeben, z. B. gleich den von Herrn Pfeil für den elektrischen Betrieb gewählten Werten, annehmen. Zu einer Untersuchung so allgemeiner Natur empfiehlt sich das rechnerische Verfahren; es handelt sich also darum, eine Gleichung $t = f_{(z)}$ zu bestimmen. Bei gegebener Zuglänge sind, wie auch Herr Pfeil erklärt, für die kürzeste Zugfolgezeit nur die Stationen maßgebend, d. h. die Zeit, die notwendig ist, um die einzelnen Züge vom Einfahrtsignal bis zum Ausfahrtsignal durch die Stationen gewissermaßen »durchzuschleusen«. Es soll daher zunächst untersucht werden, welche Zeit mindestens erforderlich ist von dem Augenblick, wo der Zug A (Fig. 111) sich zur Abfahrt in Bewegung setzt, bis zu dem Augenblick, wo sich der nächstfolgende Zug B an derselben Stelle in Bewegung setzt.

Um einen Sicherheitszuschlag zu haben, soll angenommen werden, daß die Spitze des Zuges B in dem Augenblick, wo das Einfahrtsignal in Fahrtstellung kommt, noch mindestens zwei Bremslängen (theoretisch wäre ja nur eine erforderlich) von diesem entfernt ist. Auch Herr Pfeil nimmt als Vorsignalabstand eine »reichliche Bremslänge« an, die etwa das Doppelte der einfachen

[1]) Eine Ergänzung zu dem Aufsatz des Herrn Regierungsbaumeisters Pfeil: »Die Ermittlung der kürzesten Zugfolgezeit für Stadt- und Vorortbahnen« in Heft 31. Jahrg. 1907.

beträgt. Abweichend von dem Vorgang des Herrn Pfeil soll sodann zur Sicherung bei Überfahren des Einfahrtsignals noch die Annahme dienen, daß zwischen dem

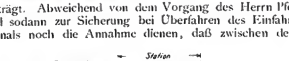


Fig. 111.

Einfahrtsignal und dem Ende des in der Station haltenden Zuges eine weitere Bremslänge Abstand ist.

Es bezeichne:

L die Leistungsfähigkeit der Bahn $= c \cdot \frac{z}{t}$

t die Zugfolgezeit in Sekunden,

z die Zuglänge in m,

v die mittlere Auslaufgeschwindigkeit des Zuges in m/Sek.,

p die Anfahrbeschleunigung in m/Sek.^{2},

q die Bremsverzögerung in m/Sek.^{2},

b den Bremsweg in m,

$\left.\begin{matrix} o \\ r \end{matrix}\right\}$ die in Fig. 111 bezeichneten Strecken in m.

t_a den Aufenthalt auf der Station in Sekunden,

t_s die Signalstellzeit, d. h. die Zeit, in der das Ausfahrtsignal gestrichen und das Einfahrtsignal gezogen wird,

t_z einen Zeitzuschlag für Störungen beim Anfahren und für den Ausgleich sonstiger Unregelmäßigkeiten,

t_r die Ausfahrzeit, vom Moment des Anfahrens bis zu dem Augenblick, wo das Zugende den Räumungspunkt R passiert.

Es wird angenommen, daß die Strecke an der betrachteten Stelle ohne Krümmungen und Steigungen ist.

I. Kürzeste Zugfolgezeit.

$$t = t_r + t_s + \frac{2\,b + z}{v} + \frac{v}{q} + t_a + t_z.$$

Es sind hierin die von z irgendwie abhängigen Größen als Funktionen von z auszudrücken. Während der Zeit t_r legt das Zugende den Weg $z + o + r = z'$ zurück. Solange mit konstanter Beschleunigung angefahren wird, gilt ja

$$t_r^2 = \frac{2}{p} \cdot z'.$$

Untersuchung einer für die Berliner Stadtbahnstrecke mit 0,5 m/Sek.^{2} größter Beschleunigung und etwa 50 km/St. Höchstgeschwindigkeit durchkonstruierten Fahrlinie zeigte, daß die Abweichung des wirklichen Wertes t_r von dem nach vorstehender Formel berechneten erst bei $z' > 230$ m mehr als 1 Sek. beträgt. Es kann also im folgenden unbedenklich mit einer konstanten Beschleunigung $p = 0{,}5$ m/Sek.^{2}, also mit der Formel

$$t_r^2 = \frac{2}{0{,}5} \cdot z'$$

gerechnet werden.

Die Strecke o ist insofern abhängig von der Zuglänge, als der Fahrer einen kürzeren Zug beim Bremsen mehr in der Gewalt hat als einen längeren, also näher an das Ausfahrtsignal heranfahren kann.

Diese Beziehung läßt sich etwa durch

$$z' = 1{,}2 \cdot z$$

berücksichtigen.

Damit ergibt sich

$$t_r = \text{rd. } 2{,}2 \sqrt{z}.$$

t_a ist offenbar erheblich von der Zuglänge abhängig. Der längere Zug bedarf größerer Zeit zur Abfertigung (Türen schließen, Übersehen des Zuges, Verständigung des Fahrdienstleiters mit dem Fahrpersonal usw.) als ein kürzerer.

Setzt man, wie Herr Pfeil,

24 Sek.	für	150 m Zuglänge fest,
so erscheinen 20	»	100 »
14	»	50 »
10	»	25 »

in angemessenem Verhältnis dazu zu stehen.

Damit läßt sich innerhalb des für uns in Betracht kommenden Bereiches hinreichend genau ausdrücken:

$$t_a = 2 \cdot \sqrt{z}.$$

Mit diesen Werten geht die obige Gleichung für t über in

$$t = 4{,}2 \sqrt{z} + \frac{z}{v} + t_s + t_z + \frac{2\,b}{v} + \frac{v}{q}.$$

II. Leistungsfähigkeit.

Die Leistungsfähigkeit der Bahnstrecke ist also:

$$L = \frac{c \cdot z}{4{,}2 \sqrt{z} + \frac{z}{v} + t_s + t_z + \frac{2\,b}{v} + \frac{v}{q}}$$

Offenbar wächst in diesem Quotienten bei zunehmendem z der Zähler schneller als der Nenner.

Die Leistungsfähigkeit einer Bahn nimmt also mit der Zuglänge zu.

Betrachtet man die Verhältnisse einer Stadtbahn lediglich von dem Gesichtspunkt der größten Leistungsfähigkeit aus, so ist es also am günstigsten, größere Zugfolgezeiten zugrunde zu legen und dann die Züge so lang zu machen, wie es diese Zugfolgezeiten gestatten.[1])

Setzt man, wie Herr Pfeil,

$q = 1$ m/Sek.^{2},

$t_s = 10$ Sek.,

ferner $t_z = 5$ Sek., $v = 12$ m/Sek. und c (dieser Wert beträgt bei modernen Stadtbahnwagen etwa 4—4,5 Plätze für 1 m Zuglänge) zu 4,2 ein, nimmt man sodann den Zug aus Doppelwagen, ähnlich denen der Blankenese—Ohlsdorf-Vorortbahn, von je 30 m Länge zusammengesetzt an, so ergibt sich folgende Tabelle:

	Zuglänge z	Zugfolgezeit t	Leistungsfähigkeit $= c \cdot \frac{z}{t}$
1 Doppelwagen	30 m	64,5 Sek.	1,95 Platz/Sek.
2 »	60 »	76,5 »	3,3 »
3 »	90 »	86,5 »	4,36 »
4 »	120 »	93,0 »	5,3 »
5 »	150 »	103,0 »	6,1 »
6 »	180 »	110,5 »	6,83 »
7 »	210 »	117,5 »	7,5 »
8 »	240 »	124,0 »	8,12 »

Fig. 112 zeigt im Schaubild die Veränderlichkeit der Leistungsfähigkeit L mit der Zuglänge. Man sieht, wie vorteilhaft längere Züge für die Leistungsfähigkeit sind, vor allem, wenn man Züge von 1—5 Wagen vergleicht. Der Vorteil wird jedoch ersichtlich geringer bei größeren Zuglängen. Hierin liegt eine Beschränkung, die Zuglänge

[1]) Vgl. auch Pforr, Gl. Annalen 1900, Bd. 46, S. 96, wo zugleich in ähnlicher Weise der Einfluß der Beschleunigung auf die Leistungsfähigkeit untersucht und $p = 0{,}5$ m/Sek.^{2} als günstigster Wert ermittelt ist.

beliebig zu vergrößern; denn offenbar hat die Steigerung der Zuglänge über fünf Wagen hinaus nur noch verhältnismäßig geringen Gewinn für ein Leistungsfähigkeit der Bahn, dagegen anderseits allerlei Nachteile im Gefolge: Langgestreckte, unübersichtliche Stationen mit großem Personalbedarf, sehr ungünstige Kraftwerksbeanspruchungen beim Anfahren, endlich auch die Unbequemlichkeit für das Publikum, länger auf den nächsten Zug warten zu müssen.

Es zeigt sich also, daß die auf der Berliner Stadtbahn schon ziemlich übliche und auch von Herrn Pfeil

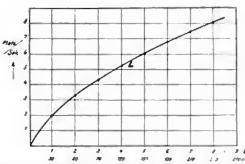


Fig. 112. Abhängigkeit der Leistungsfähigkeit L einer Bahn von der Zuglänge.

angenommene Zuglänge von 150 m einen sehr gelungenen Kompromiß zwischen den beiden Anforderungen; Vermeidung der angeführten Unbequemlichkeiten und Erzielung großer Leistungsfähigkeit, darstellt.

Die elektr. Einrichtungen der New York-New Haven and Hartford Bahn.

Von Ingenieur **Wilhelm Reinhart**, Pittsburg. (Schluß.)

4. Die Lokomotiven.

An den Bau der Lokomotiven waren ganz ungewöhnlich große Anforderungen gestellt.

Es wurde gefordert, daß

1. die Lokomotive derart gebaut und ausgerüstet werden soll, daß deren Betrieb sowohl mit Gleichstrom wie mit Wechselstrom in gleicher Weise vorgenommen werden kann;

2. die Bemessung der Zugkraft folgenden Aufgaben der Lokomotive entsprechen müsse: Beförderung von Personenzügen bis 250 t Gewicht mit 73 km Höchstgeschwindigkeit und ebenso schweren Schnellzügen mit 100 bis 115 km Höchstgeschwindigkeit auf horizontaler Strecke.

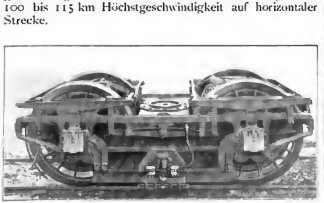


Fig. 113. Ansicht eines Drehgestells der Lokomotive.

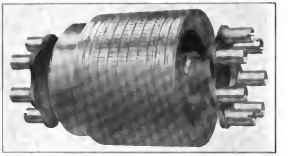


Fig. 114. Anker auf der Welle montiert.

3. Vorsorge zu treffen sei, bei schweren Zügen über 250 t zwei oder mehrere Lokomotiven zusammenkuppeln und diese als Einheit von einem Führerstande aus steuern zu können.

Zur Erfüllung der beiden ersten Bedingungen griff man zur Verwendung von vier Wechselstromreihenschlußmotoren zu je 250 PS Leistung bei 225 Umdr. in der Min., welche sowohl mit Gleichstrom wie Wechselstrom bei annähernd gleich günstigen Wirkungsgraden betrieben werden können. Die Schalt- und Regulierapparate sind zum Teil für die Verwendung beider Stromarten, zum Teil für jede Stromart getrennt konstruiert und entsprechen vollständig den unter Punkt 3 gestellten Bedingungen.

Bei der mechanischen Durchbildung der Lokomotiven waren folgende von der Bahnfirma geforderte Punkte ausschlaggebend:

Die Motoren sollen die Radachsen direkt ohne Zahnradübersetzung antreiben und es soll das vom Anker ausgeübte Drehmoment auf flexible Art auf die Laufräder übertragen werden. Weiter soll die Anzahl der Motoren auf vier festgesetzt werden, um bei Gleichstrombetrieb die Anwendung der Doppelreihenparallelschaltung zu ermöglichen. Durch all diese zu erfüllenden Bedingungen ergab sich der Aufbau der Lokomotive als natürliche Folge.

Die mechanischen Teile der Lokomotive bestehen ganz aus Stahl und wurden von den Baldwin-Lokomotivwerken in Philadelphia hergestellt.

Die Länge jeder Lokomotive von Kupplung zu Kupplung beträgt 11,074 m, die Höhe 3,58 m. Der Rahmen der Lokomotive besteht aus starken 38 cm hohen **U**-Trägern, die an den Außenseiten der Lokomotive entlang laufen und an den oberen Schenkeln durch querlaufende **U**-Eisen und an den unteren Schenkeln mit den Querkastenträgern zusammengenietet sind. Die Enden sind zur Aufnahme der Zug- und Stoßvorrichtung kastenartig ausgebildet. Die Querkastenträger übertragen das Gewicht des Lokomotivgehäuses auf die Drehgestelle und sind mit diesen durch die Drehzapfenlager verbunden. Der Lagerteller besitzt einen Durchmesser von 460 mm, der Drehzapfen eine Stärke von 64 mm.

Die Drehgestelle (Fig. 113) bestehen aus zwei 100 mm breiten Längsrahmen, die an den Enden durch Quereisen und in der Mitte durch den 460 mm breiten Zapfenlagerträger verbunden sind. Die Gewichtsübertragung auf die Radachsen erfolgt durch vier Blattfedern für jedes Drehgestell, die auf den Achsbüchsen aufruhen. Die beiden inneren Federenden sind mit einem Ausgleichshebel in Verbindung gebracht.

Der Radstand jedes Drehgestelles beträgt 2450 mm und der Drehzapfenabstand beider Drehgestelle 4410 mm. Jedes Drehgestell besitzt ein vollständiges, vom andern Drehgestell unabhängiges Luftbremssystem. Für Notfälle ist auch eine Handbremse vorgesehen.

Den bemerkenswertesten Punkt an der Lokomotive bildet wohl die Art der Motoraufhängung. Es mußte besonderes Augenmerk darauf gerichtet werden, das Motorgewicht auf die Radachsen sowie das Drehmoment des Ankers in elastischer und dabei betriebssicherer Weise zu übertragen. Zu diesem Zwecke wurde die Ankerwelle hohl ausgebildet und in zwei Hälften von gleichen Abmessungen geteilt. Diese wurden unter hydraulischem Druck in den Ankerstern eingepreßt und verkeilt (Fig. 114).

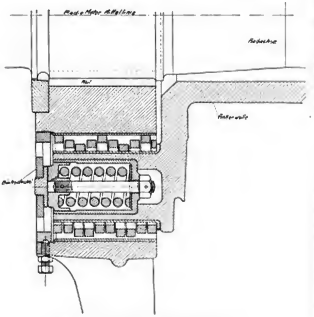


Fig. 115. Schnitt durch eine Federbüchse.

Jede Wellenhälfte besitzt am äußeren Ende eine Scheibe, aus welcher sieben gleichmäßig verteilte Hohlzapfen ausragen. Diese Hohlzapfen greifen nun in sieben mit diesen korrespondierenden Büchsen in die Radnaben der Triebräder ein und werden darin durch eine starke, exzentrisch gewundene Spiralfeder im Mittel gehalten. Der Querschnitt dieser Feder kann aus Fig. 115 und die Draufsicht aus Fig. 116 entnommen werden. Das horizontale Spiel des Motors wird von normal gewundenen Spiralfedern, die an die Büchsdeckel und an die Wellenscheibe drücken, begrenzt (Fig. 115). Das vom Anker erzeugte Drehmoment wird daher, wie ersichtlich, von den exzentrisch gewundenen Spiralfedern aufgenommen und auf die Radnabe übertragen. Bei der Berechnung dieser Federn lag die Annahme zugrunde, daß das größte Drehmoment des Ankers vermehrt, um das Gewicht des Motors eine Deformation der Feder um 16 mm ausüben kann. Unter normalen Umständen wird jedoch nur etwa $^1/_4$ des Motorgewichtes von der Antriebsvorrichtung aufgenommen.

Fig. 116. Blick auf die Radnabe. Von vier Federbüchsen sind die Deckel abgeschraubt.

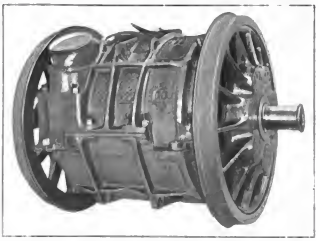


Fig. 117. Ansicht des 250 PS-Wechselstromreihenschlußmotors.

Die Ankerhohlwelle sitzt konzentrisch auf der Radachse bei einem Spiel von 16 mm zwischen Achse und Innenseite Welle und ist in den in der Mitte geteilten Lagerschildern gelagert. Da die Lagerschilder den seitlichen Abschluß der Motoren bilden und mit diesen fest verbunden sind, ergibt sich von selbst, daß sich der Anker immer genau konzentrisch im Feldgehäuse befindet. Die Lagerschalen sind aus Bronze und lassen ein seitliches Spiel des Ankers von 2 mm zu. Der Durchmesser der Triebräder beträgt 1578 mm.

Die Aufhängung des Motors geschieht auf folgende Weise: Jeder Motor ist von einem Eisenrahmen umgeben, der auf den Achsbüchsen aufruht. Die Motoren sind mit diesen Rahmen durch vier Hänger unter Zwischenschaltung von Spiraldruckfedern verbunden. Durch richtiges Einstellen dieser Hänger wird erreicht, daß ungefähr $^2/_3$ des Motorgewichtes von dem Rahmen und $^1/_3$ vom Antrieb getragen wird. Da die Motoraufhängung in keiner Weise mit dem Drehgestellrahmen in Verbindung steht, so hat daher ein Schwingen des letzteren auf die Motoren gar keinen Einfluß. Das vom Motorgehäuse in der entgegengesetzten Richtung des rotierenden Ankers ausgeübte Drehmoment wird von vier beweglichen Verbindungsstücken auf das Drehgestell übertragen.

Motoren. Jede Lokomotive ist mit vier kompensierten Wechselstromreihenschlußmotoren von je 250 PS ausgerüstet (Fig. 117).

Der Anker (s. Fig. 114) ist im allgemeinen einem gewöhnlichen Gleichstromanker nachgebildet, besitzt jedoch in sich geschlossene Spulen. Der Anschluß derselben an den Kollektor erfolgt nicht direkt, sondern durch Zwischenschaltung eines Neusilberwiderstandes, der unterhalb der Ankerspulen in den Nuten liegt. Dieser Widerstand hat den Zweck, den bei Spulenkurzschluß auftretenden Kurzschlußstrom auf ein Minimum zu bringen und so einen funkenfreien Gang des Motors zu erzielen. Um den Kurzschlußstrom verschwindend klein zu machen, wäre eigentlich ein viel höherer Widerstand notwendig. Da jedoch auch der Betriebsstrom seinen Weg durch die Widerstände nehmen muß, so war man gezwungen, um nicht zu hohe Stromwärmeverluste im Arbeitsstrom zu erhalten, einen Mittelweg in der Dimensionierung der Widerstände einzuschlagen. Die Verluste sind tatsächlich kleiner bei Zwischenschaltung jener Widerstände als ohne

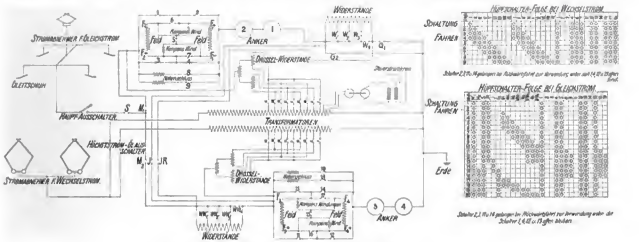


Fig. 118. Schaltungsschema der Starkstromleitungen in der Lokomotive.

dieselben und die Kommutierung geschieht vollständig funkenfrei.

Zur Stromabgabe dienen zwölf Bürstenhalter, deren jeder vier Bürstenkohlen von je 10 · 60 mm Querschnitt enthält. Die Bürstenhalter sitzen am Feldgehäuse auf und sind gegen dieses durch Porzellan und Mikaisolation gesichert.

Das Feldgehäuse besitzt eine horizontale Teilfuge, weshalb beide Hälften durch Schraubenbolzen zusammengehalten werden. Auf der der Drehgestellmitte zugekehrten Seite des Feldgehäuses befindet sich der Einlaß zur Kühlluft. Die eingepreßte Luft nimmt ihren Weg durch die Luftkanäle des Ankers, von da durch die Kühlspalten des Feldeisens, um sodann durch einen siebartigen Öffnungsdeckel ins Freie zu gelangen. Die Kühlung ist eine äußerst wirksame, so daß die Stundenleistung des Motors gleich der Dauerleistung ist.

Die Feldwindungen setzen sich aus den Hauptmagnetwindungen und der Kompensationswicklung zusammen. Das Feldeisen besteht aus dünnen Blechen, die durch zwei Klemmringe zusammengehalten werden. Die sechspolige Hauptmagnetwicklung und die dazwischenliegenden Kompensationswicklungen sind in Nuten eingebettet. Letztere Wicklungen sind sowohl bei Gleichstrom wie bei Wechselstrombetrieb in Reihe mit dem Anker geschaltet. Die Wicklungen als solche sind wieder in zwei Gruppen geteilt, die bei Gleichstrom in Reihe und bei Wechselstrom parallel zueinander geschaltet sind. Je zwei Motoren werden stets als Einheit betrieben, und diese beiden Einheiten bei Gleichstrom in die übliche Reihenparallelschaltung mit Abschalten von Widerständen gebracht. Das Schwächen des Feldes bei der letzten Reihenstufe durch Parallelschaltung eines Nebenschlußwiderstandes zum Felde geschieht ohne jegliche Funkenbildung am Kollektor.

Bei Wechselstrombetrieb sind ebenfalls je zwei Motoren parallel geschaltet und so an die Klemmen eines Transformators gelegt.

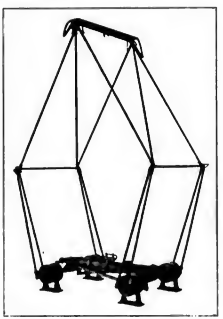


Fig. 120. Stromabnehmerbügel für Wechselstrom.

Fig. 119. Gleitschuh-Stromabnehmer für Gleichstrom.

Transformatoren. Jede Lokomotive besitzt zwei Einspulen- oder Hicksche Transformatoren von je 450 KW bei einem Übersetzungsverhältnis von ungefähr 37 : 1. Zur Transformierung der Fahrdrahtspannung in die Motorspannung wäre eigentlich nur ein Transformator notwendig gewesen. Die Gründe zur Aufstellung zweier Transformatoren lagen hauptsächlich in der besseren Gewichtsverteilung auf der Lokomotive, sowie in der höheren Betriebssicherheit. Tatsächlich bestehen bei Wechselstrombetrieb zwei voneinander ganz unabhängige Motorstromkreise, in die je ein Motorpaar geschaltet ist.

Die aus den Transformatoren entnommenen Niederspannungswerte entsprechen folgenden Voltzahlen:

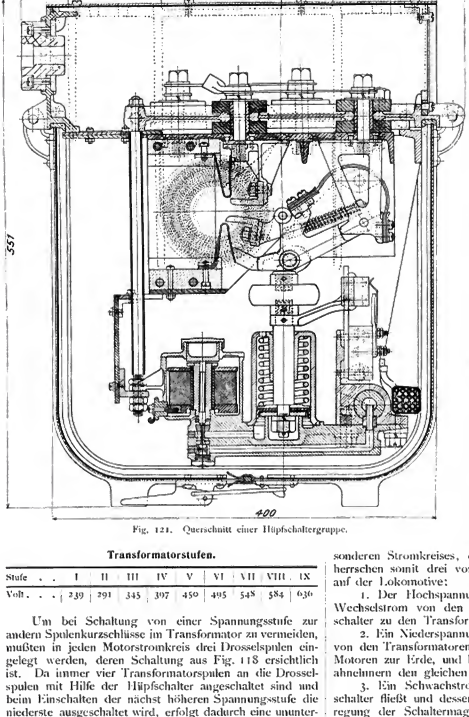


Fig. 121. Querschnitt einer Hüpfschaltergruppe.

Transformatorstufen.

Stufe . .	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Volt . . .	239	291	345	397	450	495	548	584	636

Um bei Schaltung von einer Spannungsstufe zur andern Spulenkurzschlüsse im Transformator zu vermeiden, mußten in jeden Motorstromkreis drei Drosselspulen eingelegt werden, deren Schaltung aus Fig. 118 ersichtlich ist. Da immer vier Transformatorspulen an die Drosselspulen mit Hilfe der Hüpfschalter angeschaltet sind und beim Einschalten der nächst höheren Spannungsstufe die niederste ausgeschaltet wird, erfolgt dadurch eine ununterbrochene Stromzuführ, und es wird dabei auch ein sanftes Ansteigen der Spannung erzielt.

Stromabnehmer. Für den Betrieb auf der Gleichstromstrecke erhielt die Lokomotive vier Gleitschuhstromabnehmer (Fig. 119), die zwischen den Triebrädern angebracht sind, und weiters einen Stromabnehmer auf dem Lokomotivdache (Mitte), der aber nur bei Wegübergängen zur Benutzung kommt.

Die Stromabnehmer für Wechselstrom, deren Form aus Fig. 120 ersichtlich ist, bestehen aus Stahlröhren von ca. 20 mm Stärke, die einen beweglichen Rahmen bilden. Am obersten Teil trägt der Rahmen das Gleitstück, das 120 mm breit und 1220 mm lang ist und aus weichem Kupfer besteht. Durch zwei auf die Unterschenkel des Stromabnehmers wirkende Spiralfedern wird das Gleitstück mit 25 kg Druck an den Fahrdraht gepreßt. Das Senken geschieht durch Zusammenpressen der Federn mittels Druckluft. In seiner niedrigsten Stellung wird der Stromabnehmer durch einen Riegel festgehalten, dessen Öffnen und Schließen ein kleiner Luftdruckzylinder bewirkt.

Die Betätigung sämtlicher Druckluftvorrichtungen an den Stromabnahmeapparaten geschieht vom Führerstande aus. Es ist jedoch auch vorgesorgt, daß diese bei plötzlichem Mangel an Druckluft auch von Hand aus gestellt werden können.

Vielfachsteuerung. Die Betätigung sämtlicher Schalt- und Steuerapparate erfolgt mit Hilfe des elektropneumatischen Vielfachsteuersystems der Westinghouse Co. Dieses System in seiner gediegenen Ausbildung ist bereits bekannt, so daß nur eine oberflächliche Beschreibung am Platze ist. Wie bereits durch den Namen angedeutet, erfolgt die Betätigung der einzelnen Stromschalter mittels Druckluft, welche von zwei Luftpumpen auf der Lokomotive erzeugt und von der Bremsdruckluft getrennt in zwei Behälter aufgespeichert wird. Die Auslösung der Luftventile an den Schaltapparaten besorgen Elektromagnete, deren Erregung die Aufgabe eines besonderen Stromkreises, des Steuerstromkreises, ist. Es herrschen somit drei voneinander getrennte Stromkreise auf der Lokomotive:

1. Der Hochspannungsstromkreis von 11 000 Volt Wechselstrom von den Stromabnehmern durch die Ölschalter zu den Transformatoren und zur Erde.

2. Ein Niederspannungsstromkreis bei Wechselstrom von den Transformatoren durch die Hüpfschalter und die Motoren zur Erde, und bei Gleichstrom von den Stromabnehmern den gleichen Weg und zur Erde.

3. Ein Schwachstromkreis, der durch den Steuerschalter fließt und dessen Aufgabe, wie erwähnt, die Erregung der Schaltermagnete ist. Letzterer Strom wird einer Akkumulatorenbatterie entnommen, deren Spannung nur 20 Volt beträgt. Der Motorführer regelt daher die Lokomotive nur mit Hilfe des von Schwachstrom durchflossenen Steuerschalters, so daß ein lebensgefährliches Hantieren mit starken Strömen gänzlich beseitigt ist.

Die verwendeten Hüpfschalter unterscheiden sich in einigen Einzelheiten von den bisher erzeugten Schaltern der Westinghouse Co. und arbeiten sowohl bei Gleichstrom wie bei Wechselstrom. Zur bequemeren Unterbringung in der Lokomotive wurden dieselben in einzelne Gruppen eingeteilt und diese in besonderen Gehäusen untergebracht. In Fig. 121 befindet sich rechts unten der Lufteinlaß,

die Druckluft gelangt durch einen Kanal zum Ventil, dessen Öffnen und Schließen jeweilig der oberhalb befindliche vom Steuerstrom durchflossene Elektromagnet übernimmt. Bei offenem Ventil gelangt die Luft in den Kanal nach rechts in den abgedichteten Druckluftzylinder und bewirkt eine Aufwärtsbewegung des sonst durch eine Spiralfeder niedergehaltenen Druckkolbens. Der isolierte Kopf des Kolbens stößt auf den unteren Schalthebel und drückt ihn auf den oberen Schalthebel, auf diese Weise Stromschluß herstellend. Zur Vermeidung eines starken Öffnungsfunkens liegen neben den Schalthebeln zwei Funkenlöschspulen, die vom Hauptstrom durchflossen sind.

Zwei große Verteilerkästen, an der Innenseite der Lokomotive befestigt, vereinigen alle Steuerleitungen. In diese münden die Leitungen des Steuerschalters, Fahrrichtungsschalters, Stromumschalters, der Hüpfschalter, der Stromabnehmersteuerungen und der Akkumulatorenbatterie. Von hier gehen die Durchgangsleitungen nach den Ansteckdosen. Beim Zusammenkuppeln von zwei oder mehreren Lokomotiven werden deren entsprechende Steckdosen (auf jeder Seite 3) durch Kupplungskabel in Verbindung gebracht, wodurch ein Steuern von beliebig vielen Lokomotiven von einem Führerstande aus möglich ist.

Die Steuerschalter (Fig. 122 bis 124) sind von kleinen Abmessungen und besitzen einen Steuerhebel, dessen richtiges Einstellen auf die jeweilige Fahrstufe ein Zahn-

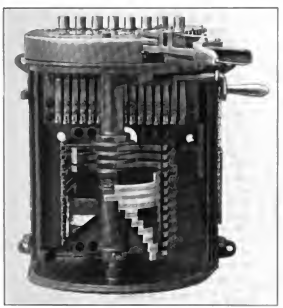


Fig. 122. Steuerschalter, geöffnet.

Fig. 123. Steuerschalter, geschlossen.

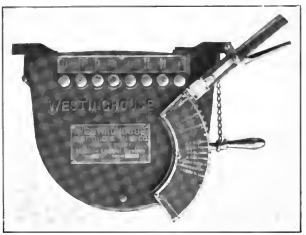
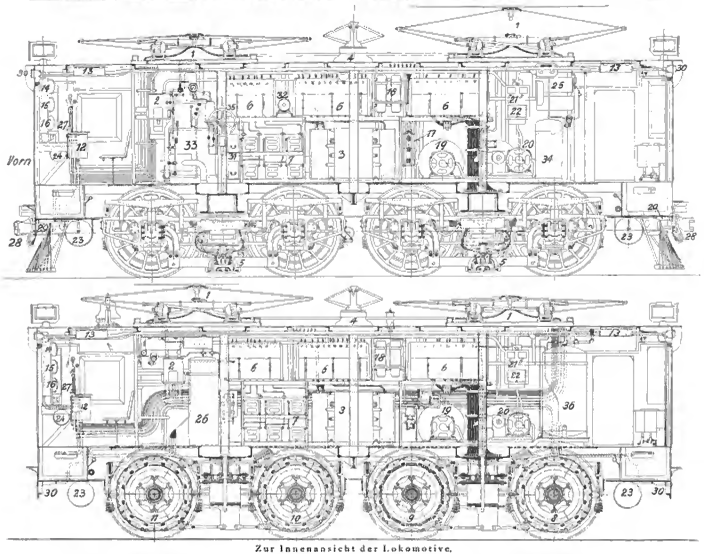


Fig. 124. Draufsicht auf den Steuerschalter.

Fig. 125. Führerstand.

eingriff bewirkt. Unter dem Steuerhebel befindet sich der Umschalthebel des Fahrrichtungsschalters, der den oberen Raum des Gehäuses einnimmt. Das Drehen der Steuerwalze erfolgt ohne Zahnradübersetzung. Am Schalterdeckel befinden sich acht Druckköpfe zur Betätigung folgender Apparate mittels Druckluft:

1. Warnglocke.
2. u. 3. Sandstreuapparate.
4. Wiedereinsetzen des herausgefallenen Hebels des Höchststromausschalters.
5. Umlegen der Stromabnehmergleitschuhe.



Zur Innenansicht der Lokomotive.

1 Stromabnehmer für Wechselstrom.
2 Hochstrom-Ölausschalter.
3 Transformatoren.
4 Stromabnehmer für Gleichstrom.
5 Gleitschuhe für Gleichstromabnahme.
6 Hüpfschaltergruppen.
7 Widerstände.
8 Motor Nr. 1.
9 Motor Nr. 2.
10 Motor Nr. 3.
11 Motor Nr. 4.
12 Steuerschalter.
13 Verteilerkasten.
14 Geschwindigkeitsmesser.
15 Stromzeiger.
16 Spannungszeiger.
17 Hand-Hauptausschalter für Gleichstrom.
18 Drosselspulen.
19 Ventilatoren.
20 Luftpumpen.
21 Schalter für die Ventilator- und Pumpmotoren.
22 Sicherungen für diese Motoren.
23 Haupt-Luftbehälter.
24 Ausgleich-Luftbehälter.
25 Luftbehälter für die Steuerapparate.
26 Hilfbehälter für die Steuerapparate.
27 Führer-Bremsventil.
28 Mechanische Koppelung.
29 Kuppelungsdose für Vielfachsteuerung.
30 Kuppelungsdose für den Heizstromkreis.
31 Akkumulatorenbatterie.
32 Wechselstrom-Gleichstromumformer.
33 Dampfkessel.
34 Petroleumbehälter.
35 Handbremse.
36 Wasserbehälter.

Fig. 126. Anordnung der Apparate auf der Lokomotive.

6. Aufklappen der Gleitschuhe und gleichzeitig Freigabe der Wechselstromabnehmer.

7. Freigabe des Gleichstromabnehmers.

8. Herabziehen der Wechselstromabnehmer.

Den Steuerstrom liefern zwei kleine Akkumulatorenbatterien von je 40 Amp.St. Leistung. Jede besteht aus zehn Zellen. Zur Stromabgabe wird jedoch nur eine Batterie herangezogen, während die andere für Reserve und Ladezwecke bleibt. Zum Laden der Batterien dient ein Wechselstromgleichstromumformer, der an einen Transformator angeschlossen ist.

Hilfsapparate. An die Transformatoren (bei Gleichstrom durch Nebenleitungen von der Hauptleitung) sind noch folgende Apparate angeschlossen: Die beiden Luftpumpen, welche Druckluft für Brems- und Schaltzwecke liefern, die Lichtleitung und weiters die beiden Ventilatoren. Letztere erhalten Luftzufuhr durch zwei Öffnungen in den Lokomotivwänden und haben den Zweck, Kühlluft in die Motoren, in die Transformatoren sowie in die Widerstände einzupressen. Zur Erfüllung dieses Zweckes besteht eine Luftleitung aus Eisenblech unter dem Lokomotivboden mit Abzweigungen nach den betreffenden Apparaten. Die Anordnung der übrigen Apparate kann aus Fig. 126 ersehen werden.

Heizung. Die Heizung des Zuges kann entweder elektrisch oder durch Dampf erfolgen. Für erstere Art ist eine Heizleitung für Benutzung beider Stromarten vorgesehen, die in je zwei Ansteckdosen an den Enden der Lokomotive mündet.

Zur Erzeugung von Heizdampf befindet sich auf der Lokomotive ein Kessel mit Petroleumheizung, von dem Dampfleitungsrohre mit Asbestpackung nach den Kupplungen führen.

Stehende Dampfturbinen in Eisenbahnkraftwerken.

Von **Frank C. Perkins.**

Der Dampf-Turbogenerator hat in Bahnkraftwerken nunmehr festen Fuß gefaßt. Er verdankt seine Überlegenheit der gründlichen Durchbildung, die er neuerdings erfahren hat, dem hohen Wirkungsgrad, den geringen Unterhaltungskosten, dem geringen Raumbedarf und der Fähigkeit, stark wechselnde Belastung mit Leichtigkeit und Sicherheit aufzunehmen. Er hat sich als besonders vorteilhaft in älteren Bahnkraftwerken erwiesen, die mit langsam laufenden Kolbendampfmaschinen von großer Leistung arbeiten, und nimmt dort die Belastungsspitzen auf, während die Kolbenmaschinen nahezu gleichmäßig belastet werden. Der Curtis-Turbogenerator, wie ihn die General Electric Co. baut, eignet sich außerdem zur unmittelbaren Speisung von Bahnnetzen ohne Zwischenschaltung von Transformatoren und Umformern, wenn der zu speisende Bezirk keinen zu großen Durchmesser hat. In diesem Fall wird die Turbine mit dem Gleichstromgenerator gekuppelt, wie Fig. 127 zeigt. Der Kondensator und die Hilfsapparate werden dann in dem darunter liegenden Grundgeschoß aufgestellt. Dieser Maschinensatz steht im Kraftwerk der Northern Ohio Traction Company in Akron und liefert Gleichstrom von 575 Volt. Die Leistung beträgt 500 KW bei 1800 Umdr. in der Minute. Die Turbine ist zweistufig, der Generator vierpolig. Die Öl- und Wasserpumpen für die Lager und Kondensatoren werden durch Elektromotoren angetrieben.

Für den Betrieb von Gleichstrombahnen stellt man in Amerika sonst Wechselstromgeneratoren im Kraftwerk auf, die von Kolbendampfmaschinen oder Dampfturbinen angetrieben werden, sobald es sich um eine größere Anlage handelt. Der Wechselstrom wird für die Übertragung bis auf 11 000 und mehr Volt transformiert. In den Unterwerken wird die Spannung herabgesetzt und in Gleichstrom mit 500 Volt umgeformt, der den Speiseleitungen, dritten Schienen oder Oberleitungen zugeführt wird. Hier sind Dampfturbinen besonders gut geeignet, da dann der Generator mit großer Drehzahl läuft und viel billiger ausfällt als die Schwungradgeneratoren bei

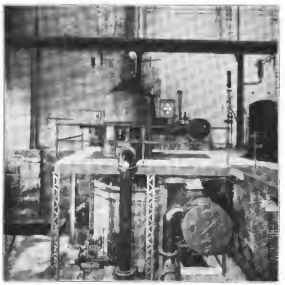


Fig. 127. Stehende Dampfturbine im Kraftwerk der Northern Ohio Traction Company in Akron.

Kolbendampfmaschinen von geringer Drehzahl und großer Leistung. Für die Grubenbahnen kann die gleiche Form der Übertragung verwendet werden. Dann liefern Umformer den Gleichstrom für den Betrieb der Grubenlokomotiven, während den Aufzugmaschinen, Pumpen- und Ventilatorenmotoren und anderen Bergwerkmaschinen Wechselstrom unmittelbar zugeführt wird.

Die Fig. 128 stellt drei zweistufige Turbogeneratoren dar, die von der General Electric Co. in Schenectady gebaut und im Kraftwerk Hampton der D. L. und W.-Eisenbahn in Scranton, Pa., für den Betrieb von Grubenlokomotiven und Aufzügen in den Kohlenbergwerken aufgestellt wurden. Die Drehzahl der Maschinen beträgt 1800, die Generatoren haben sechs Pole und sind für 2300 Volt gebaut. In Europa verwendet man allgemein Mehrphasenstrom für den Betrieb von Bergwerkanlagen. Den Gruben wird hochgespannter Strom von geringer Periodenzahl zugeführt, der heruntertransformiert und teils

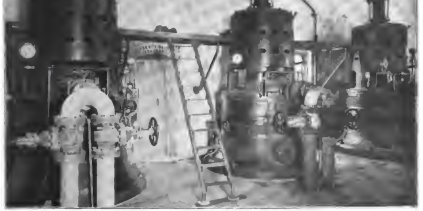


Fig. 128. Drei stehende Dampfturbinen im Kraftwerk Hampton der D. L. und W.-Eisenbahn in Scranton, Pa.

Fig. 129. Ansicht des Kraftwerkes der Toledo und Chicago Überlandbahn.

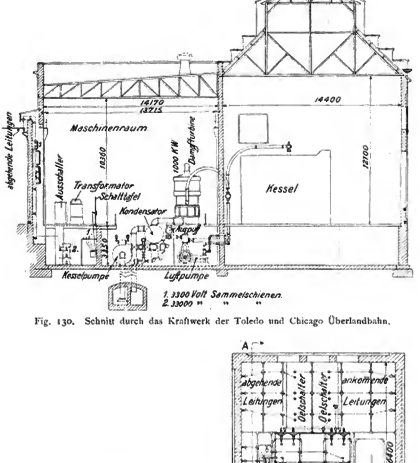


Fig. 130. Schnitt durch das Kraftwerk der Toledo und Chicago Überlandbahn.

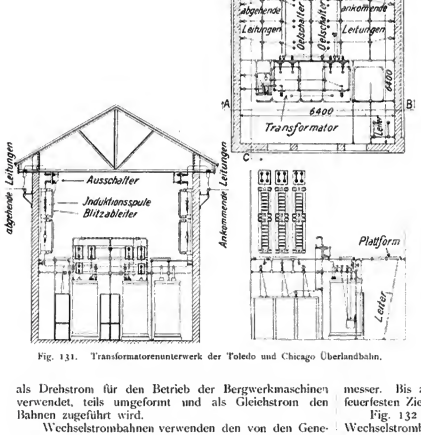


Fig. 131. Transformatorenunterwerk der Toledo und Chicago Überlandbahn.

als Drehstrom für den Betrieb der Bergwerkmaschinen verwendet, teils umgeformt und als Gleichstrom den Bahnen zugeführt wird.

Wechselstrombahnen verwenden den von den Generatoren gelieferten Strom unmittelbar und machen Umformerwerke entbehrlich. So wird die kürzlich vollendete Toledo und Chicago-Überlandbahn betrieben. Fig. 129 zeigt das Kraftwerk dieser Bahn, das in Kendalville liegt, Fig. 130 die innere Einrichtung des Kraftwerkes und Fig. 131 die Transformatorenanlage im Unterwerk. Gegenwärtig sind zwei Curtis-Turbogeneratoren für je 1000 KW einfachen Wechselstrom aufgestellt. Für Erweiterungen ist Raum vorgesehen. Das Kesselhaus enthält drei Stirling-Wasserrohrkessel und ist für weitere drei gleiche Kessel gebaut. Jeder Kessel hat 670 qm Heizfläche und 11,5 qm Rostfläche und vermag Dampf für 4135 PS zu liefern. Der Wechselstrom wird im Kraftwerk mit 3300 Volt Spannung erzeugt und dient so unmittelbar zur Speisung der Strecken, die in der Nähe des Kraftwerkes liegen. Für weitere Entfernungen wird die Spannung auf 33000 Volt transformiert und in Transformatorenunterwerken, die längs der Bahn angeordnet sind, auf die Fahrdrahtspannung von 3300 Volt herabgesetzt (vgl. Fig. 130 und 131).

Die beiden 1000 KW-Curtis-Turbinen sind vierstufig gebaut, zu jedem Leitapparat gehören zwei Schaufelräder, die auf derselben Welle sitzen wie die zweipoligen Polräder der Generatoren, deren Wicklungen in Stern geschaltet sind. Der Dampfverbrauch der Turbinen beträgt bei 10 Atm. Kesseldruck und 50 mm Quecksilbersäule Gegendruck durch den Auspuff 9,5 kg pro KWSt. Die Kondensatoren wurden von Worthington geliefert. Es sind Oberflächenkondensatoren, die mit einer besonderen Kühlvorrichtung für die Luft und andere nicht kondensierbare Gase versehen sind. Unter dem Kondensator steht eine zweistufige Turbinenpumpe zur Entfernung des kondensierten Wassers. Sie ist direkt gekuppelt mit einem dreipferdigen Elektromotor, der sie mit 1500 Umdr. pro Min. antreibt. Das Kondenswasser gelangt dann nach dem Speisewasservorwärmer. Für die Förderung des Kühlwassers ist eine Kapselpumpe vorhanden, die durch eine eingeschlossene Russel-Dampfmaschine mit automatischer Schmierung angetrieben wird, mit der sie auf derselben Grundplatte sitzt. Der Speisewasservorwärmer, System Cochran, nimmt nicht nur das Kondenswasser aller Maschinen auf, sondern auch das von den beiden Speisepumpen, System Laidlaw-Dunn-Gordon, geförderte Speisewasser. Die Pumpen haben 250 mm Hub und 180 mm Kolbendurchmesser. Der Kolbendurchmesser der Dampfmaschinen beträgt 300 mm. Der Schornstein aus Eisenbeton der in Fig. 129 zu sehen ist, ist 50 m hoch und hat 2300 mm inneren Durchmesser. Bis zur Höhe von 18 m ist er innerlich mit feuerfesten Ziegeln ausgesetzt.

Fig. 132 zeigt ein Stück der Toledo und Chicago-Wechselstrombahn, Fig. 133 den Reguliertransformator. Die beiden Wicklungen des Reguliertransformators, der Ölkühlung besitzt, sind in Reihe geschaltet. Bei Gleichstrombetrieb erfolgt das Anlassen mittels Widerständen, auf der Wechselstromstrecke mittels dieses Transformators durch Änderungen der Spannung an den Motorklemmen.

Der Transformator besitzt zu diesem Zwecke fünf Abzweigungen, die einer Spannung von 400, 490, 590, 690 und 800 Volt entsprechen. Die vier Motoren eines

Fig. 132. Leitungsführung und Strecke der Überlandbahn Toledo—Chicago.

Wagens sind dauernd in Reihe geschaltet, jeder wird also mit dem vierten Teil dieser Spannungen gespeist. Diese einzige Vorrichtung, die es ermöglicht, dieselben

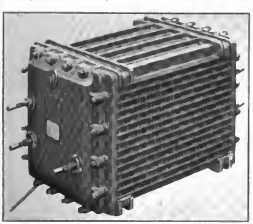


Fig. 133. Ansicht des Reguliertransformators.

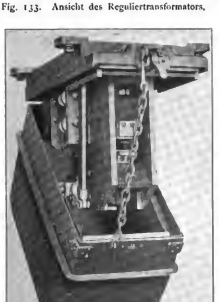


Fig. 134. Hauptwechselstromschalter.

Fahrzeuge auf Gleichstrom- und Wechselstrombahnen zu verwenden, ist von großer Wichtigkeit. Jeder der nach dem System General Electric Co. kompensierten Motoren leistet 75 PS und ist für eine Höchstspannung von 250 Volt gebaut. Der Luftspalt ist etwas geringer als bei den Gleichstrommotoren derselben Größe. Die Drehzahl ist um 10% höher. Der Wirkungsgrad des Motors, der ohne Zahnrad 1900 kg wiegt, soll 80% bei Wechselstrom und 83,5% bei Gleichstrom betragen. Der Hauptwechselstromschalter, den Fig. 134 darstellt, ist ölgekühlt und hängt in einem Blechkasten unter dem Wagen.

Fig. 135. Lageplan der Toledo und Chicago Überlandbahn.

Längs der Strecke (Fig. 135) sind in den Unterwerken von Albion, Hunter-town, Waterloo und Garrett je zwei 200 KW-Transformatoren aufgestellt, die die Verteilungsspannung von 33000 Volt auf die Fahrdrahtspannung von 3300 Volt herabsetzen.

In jedem Unterwerk sind außer den üblichen Hilfsapparaten Ölschalter für die Ober- und Unterspannung vorgesehen.

Außer den Wechselstromgeneratoren stehen im Kraftwerk zwei horizontale Gleichstrom-Turbodynamos, die bei 3000 Umdr. 200 Amp. bei 125 Volt liefern.

Kleine Nachrichten.

Neue Bahnen.

Elektrische Bahn Salzburg—Berchtesgaden. Durch den Staatsvertrag vom 22. November 1904 zwischen der österreichisch-ungarischen Monarchie und dem Königreiche Bayern wurde die Bahnverbindung Salzburg—St. Leonhard—Schellenberg—Berchtesgaden sichergestellt. Der vorerwähnte Staatsvertrag bestimmt, daß die Konstruktionsverhältnisse der neu anzulegenden Bahnstrecke und deren Betriebsmittel dergestalt nach gleichmäßigen Grundsätzen festgestellt werden sollen, daß sowohl auf dem österreichischen als auch auf dem bayerischen Teil der Linie ein ineinandergreifender Betrieb stattfinden kann, insbesondere auch die Betriebsmittel wechselseitig ungehindert übergehen und benutzt werden können.

Zwischen der Salzburger Eisenbahn- und Tramway-Gesellschaft, deren eine Linie schon seit dem Jahre 1886 von Salzburg bis St. Leonhard — 1,8 km von der Reichsgrenze — führt, und der Kgl. Bayerischen Staatsbahn-Verwaltung wurde vereinbart, auf der ganzen Linie Salzburg—Berchtesgaden den elektrischen Betrieb einzuführen. Die Salzburger Eisenbahn- und Tramway-Gesellschaft hat inzwischen ihre Bahnstrecke bis zur Reichsgrenze verlängert, und die Kgl. Bayer. Staatsbahnen haben ebenfalls die Linie Reichsgrenze—Berchtesgaden so weit fertiggestellt, daß diese vorläufig mit Dampfzügen fahrplanmäßig befahren werden kann.

Die ganze Strecke Salzburg—Berchtesgaden ist rd. 26 km lang, von welchen je die Hälfte auf österreichisches bzw. bayerisches Gebiet entfallen. Die Bahn ist normalspurig.

Auf der bayerischen Strecke sind die Arbeiten für den elektrischen Betrieb bereits so weit vorgeschritten,

daß mit den Probefahrten der neuen Betriebsmittel und der Einschulung des Personals begonnen werden konnte. Für die österreichische Strecke sind zwecks Einführung des neuen Betriebssystems die kommissionellen Verhandlungen im Zuge, nachdem mit der Stadtgemeinde Salzburg die erforderlichen Vereinbarungen bereits getroffen wurden.

Als Betriebsstrom wird Gleichstrom, mit oberirdischer Fahrdrahtleitung, in Verwendung kommen, und zwar soll auf der bayerischen Strecke, welche fast durchwegs auf eigenem Bahnkörper führt, die Fahrdrahtspannung 900 Volt, betragen, während auf der österreichischen Linie, welche zum größten Teil auf Reichs- und Gemeindestraßen angelegt ist, die Betriebsspannung nur 750 Volt haben wird.

Die Höchstgeschwindigkeit wird auf der bayerischen Strecke 45 km/St., auf der österreichischen Linie bei eigenem Bahnkörper 30 km/St., auf den Straßen entsprechend weniger betragen.

Für die Bahnlinie Reichsgrenze—Berchtesgaden wird der Strom von einem bahneigenen Kraftwerke bei der Haltestelle Reckenberg zwischen Schellenberg und Berchtesgaden geliefert. Es wird dort eine Wasserkraft der Königssee-Ache ausgenutzt. Bei einem Gefälle von 9 m stehen im Winter 5 cbm, im Sommer 10 cbm Wasser sekundlich zur Verfügung. Die Wasserkraft schwankt demnach von rd. 450 bis 900 eff. PS, an den Turbinenwellen gemessen. Vorläufig sind zwei Francis-Turbinen à 450 PS zum Betriebe von zwei direkt gekuppelten Gleichstromgeneratoren für je 300 KW Leistung und 1000 Volt maximale Spannung aufgestellt. Für eine dritte Maschinengruppe ist der erforderliche Raum vorgesehen.

In Österreich wird die Stromlieferung für die Bahn aus den Kraftwerken der Salzburger Elektrizitätswerke erfolgen, und zwar für die Strecke innerhalb des Gemeindegebietes Salzburg aus dem Kraftwerke Schlachthausgasse, für die Strecke von der Gemeindegrenze Salzburg bis zur Reichsgrenze aus dem Kraftwerke Eichetmühle bei Grödeg. In beiden Kraftwerken kommen für den genannten Zweck Umformer und Pufferbatterien zur Aufstellung.

Die durchgehenden Züge Salzburg—Berchtesgaden und umgekehrt sollen aus je drei Wagen, einem Motor- und zwei Anhängewagen, bestehen. Sämtliche Wagen werden zweiachsig sein. Die Motorwagen erhalten zwei Motoren von je 60 PS Stundenleistung. Die Züge sind mit Westinghouse-Druckluftbremse, elektrischer Beleuchtung und Beheizung ausgestattet.

Ein Dreiwagenzug wird 120 Sitzplätze erhalten. Einzelne Züge werden auch Wagen für Post- und Gepäckbeförderung mitführen. Für den Lokalverkehr Salzburg—Hellbrunn, dem kaiserlichen Lustschlosse mit seinen bekannten Wasserkünsten, und Salzburg—Reichsgrenze wird die Salzburger Elsenbahn- und Tramway-Gesellschaft kleinere Motorwagen in Betrieb setzen.

Gleichzeitig mit der Strecke Salzburg—Reichsgrenze soll auch die 1,7 km lange Linie Salzburg—Parsch, der Kopfstation der Zahnradbahn auf den Gaisberg, auf elektrischen Betrieb umgebaut werden.

Der elektrische Betrieb soll sich vorläufig nur auf den Personenverkehr beschränken, während der Frachtverkehr bis auf weiteres mit Dampflokomotiven besorgt werden wird. —l.

Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft.

Einem Aufsatz von J. Reyval in L'Eclair. electr. (10. Aug. 1907) entnehmen wir die folgenden Angaben über die **Umwandlung einer Drahtseilbahn** zwischen Lyon — Croix — Paquet und Lyon — Croix — Rousse **in elektrischen Betrieb.** Die zwei verschiedene Stadtviertel verbindende Drahtseilbahn, deren Länge 480 m und deren Steigung 80 m beträgt, war 1890 gebaut worden und wurde bisher mittels zweier Dampfmaschinen von je 250 PS betrieben. Sie wurde 1906 nach den Plänen des Direktors Mathieu in Lyon hauptsächlich aus wirtschaftlichen Gründen für elektrischen Betrieb durch die Société Alsacienne de Constructions Mecaniques in Belfort umgewandelt. Während eine Dampfmaschine als Reserve beibehalten wurde, wurde die andere ersetzt durch einen Elektromotor von normal 250 PS, maximal 400 PS. Die erforderliche Kraft wird als Gleichstrom, 500 Volt, von einem 3 km entfernten Kraftwerk einer Straßenbahngesellschaft geliefert, welche die als weitere Reserve aufgestellte Batterie der Drahtseilbahn (246 Elemente, 275 Amp.St.) als Pufferbatterie mitbenutzt. Besonders bemerkenswert ist die Verwendung der Batterie zum Anlassen des Motors, um Anlaßwiderstände und dadurch bedingte Arbeitsverluste vollkommen zu vermeiden. Die Regelung der Klemmenspannung des Motors zwischen 0 und 500 Volt erfolgt dabei mittels eines von Hand bedienten Zellenschalters mit 29 Kontakten in Stufen von 8 bis 22 Volt. Erforderliche Zeitdauer zum Anlassen des Motors beträgt 55 Sek. bei einer gesamten Fahrtdauer von $2^1/_2$ Minuten. Umfangreiche besondere Vorkehrungen gewährleisten eine außerordentlich hohe Betriebssicherheit. Zwei Zusatzmaschinen gestatten die Ladung der Batterie wie jedes einzelnen Elementes. Zum Antrieb der Bahn dienen zwei Kabel von 45 mm Durchm. und einem Gewicht von 7,56 kg pro m. Mittlere Geschwindigkeit 4,6 m/Sek. Betriebsergebnisse und statistische Angaben über die Benutzung der Bahn; Beispielsweise wurden im April 1907 auf 5938 Fahrten 349000 Fahrgäste und etwa 2000 Fuhrwerke befördert bei einem mittleren Verbrauch von 3 KWSt. für den aus einem Personen- und einem Lastwagen bestehenden Zug. Interessant sind die vergleichenden Angaben über die Kosten des früheren Dampf- gegenüber dem jetzigen elektrischen Betrieb. Jährliche Betriebskosten bei Dampfbetrieb: Frs. 52000, bei elektrischem Betrieb: Frs. 23000, wobei allerdings die KWSt. mit nur 8 Cent. von dem Straßenbahnkraftwerk abgegeben wird. Beachtenswert ist endlich eine Berechnung, wonach durch das verwendete Batteriesystem eine Ersparnis von 24% gegenüber der sonstigen Anlaßmethode mittels Widerständen erzielt wird.
Weicker.

Stromleitung.

Die Spezialfabrik elektrotechnischer Instrumente und Apparate Dr. Paul Meyer A.-G. hat **Zubehörteile für Glühlampen- und Isolationsprüfungen** auf den Markt gebracht, die wegen ihrer Handlichkeit und der damit verbundenen Zeitersparnis allgemeine Beachtung verdienen.

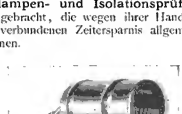


Fig. 136. Federnde Fassung.

Die federnde Fassung (Fig. 136) dient dazu, um in Verbindung mit einem Glühlampen-Prüfapparate eine größere Anzahl Lampen in rascher Hintereinanderfolge zu prüfen. Beide stromführenden Teile des Apparates

sind federnd angeordnet, so daß die zu prüfende Lampe nur hineingesteekt, nicht hineingeschraubt zu werden braucht. Die Fassung ist mit einer isolierenden Hülse umgeben, so daß sie ohne jegliche Gefahr beim Prüfen in der Hand gehalten werden kann.

Fig. 137. Federnder Stöpsel.

In § 2 der Verbandsvorschriften wird die Messung der Isolation elektrischer Anlagen möglichst mit der Betriebsspannung vorgesehen. Zu diesem Zweck ist der federnde Stöpsel nach Fig. 137 sehr gut geeignet. Bei diesem Apparat sind die Kontakte federnd angeordnet, so daß er ohne Schraubbewegung in Sicherungen, Lampenfassungen u. dgl. eingeführt werden kann. Das bei gewöhnlichen Stöpseln zeitraubende Einschrauben, bei dem sich die Drähte unangenehm aufrollen und aufwickeln, fällt hier ganz fort. Der federnde Stöpsel kann auch dazu dienen, Strom zu Gebrauchszwecken aus einer Lampenfassung od. dgl. zu entnehmen, da er in den Fassungen sehr fest sitzt (Fig. 138).

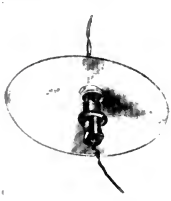


Fig. 138. Federnder Stöpsel in einer Lampenfassung.

Fig. 139. Federnde Klemme.

Die federnde Klemme (Fig. 139) dient vorwiegend als Hilfswerkzeug zur Messung der Isolation eines Leiters gegen Erde oder zweier Leiter gegeneinander. Man trennt zu diesem Zweck die zu prüfenden Leitungen vom Netz durch Herausschrauben der Sicherungsstöpsel und führt die federnde Klemme in die Sicherungselemente ein.

Allgemeines.

Wo es bei der Verwendung von Drehstrommotoren auf hohe Anzugskraft ankommt, wird man stets Motoren mit Schleifringen zur Anwendung bringen, die während des Anlassens bei geringem Stromverbrauch ein hohes Drehmoment entwickeln. Es gibt jedoch eine ganze Anzahl von Betrieben, bei denen der Motor in der Anlaßperiode nur verhältnismäßig geringe Zugkraft zu entwickeln braucht (z. B. Antrieb von Zentrifugalpumpen, Ventilatoren u. a.). Hier können vorteilhaft Motoren mit Kurzschlußanker benutzt werden. Diese Motoren weisen den Vorzug der größten Einfachheit in der Bauart und größten Betriebssicherheit auf, da sie keinerlei stromführende Schleifkontakte besitzen. Bei Motoren mit hohen Drehzahlen kommt noch hinzu, daß der umlaufende Anker wegen der geringen Polzahl und der hohen Umfangsgeschwindigkeit sich besser mit Kurzschluß- als mit Schleifringwicklung ausführen läßt. Insbesondere für Hochdruck-Zentrifugalpumpen gelangen daher Drehstrommotoren mit Kurzschlußanker vielfach zur Verwendung.

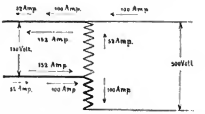


Fig. 140. Schaltungsschema und Stromverlauf eines Autotransformators für 50 KW Leistung.

Während nun Drehstrommotoren mit Schleifringen durch in den Sekundärstromkreis eingeschaltete Anlaßwiderstände zum Anlaufen gebracht werden, ist die Verwendung von Anlaßwiderständen bei Motoren mit Kurzschlußanker aus verschiedenen Gründen nicht zweckmäßig. Da der Sekundärstromkreis kurzgeschlossen ist (er wird meist als Käfiganker ausgebildet), könnten die Anlaßwiderstände nur in den Primärkreis eingeschaltet werden; in den Widerständen würde dann, da dem Motor zunächst ganz niedrige, allmählich steigende Spannung zugeführt werden muß, die überschüssige Netzspannung zu vernichten sein, wodurch beträchtliche Arbeitsverluste entständen. Trotz der großen, dem Netz entnommenen Leistung würde das Anlaufsmoment des Motors sich doch in niedrigen Grenzen halten, da durch die Abdrosselung der Spannung das primäre Feld, das mit dem sekundären Strom das Drehmoment ergibt, eine geringe Größe hat. Da der Anlaßwiderstand unmittelbar an der Netzspannung liegt, ergeben sich für seinen Bau bei Hochspannungsanlagen Schwierigkeiten, die die Verwendung von Kurzschlußmotoren in vielen Fällen unmöglich machten.

Durch die im nachstehenden beschriebenen **Anlaßtransformatoren der Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke** werden nun die oben erwähnten Übelstände vermieden, so daß den Kurzschlußmotoren mit ihren mannigfachen Vorzügen Gebiete erschlossen werden, die bisher für diese Maschinenart außer Betracht bleiben mußten.

Das Prinzip der Anlaßtransformatoren besteht im wesentlichen darin, daß die für das Anlassen des Motors

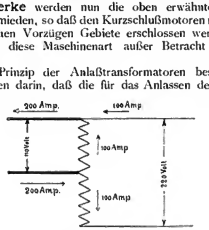


Fig. 141. Schaltungsschema und Stromverlauf eines Autotransformators für 22 KW Leistung.

notwendige veränderliche Spannung durch Transformation der Netzspannung erzeugt wird. Eine Vernichtung von Spannung und damit von Arbeit in Widerständen ist somit vermieden, da jeweils nur soviel Arbeit erzeugt

wird, als der Motor gerade benötigt. Beim Anlassen mit halbem normalen Drehmoment verbraucht z. B. ein Kurzschlußmotor mit Anlaßwiderstand das $2^1/_2$-fache, mit Anlaßtransformator dagegen nur das $1^1/_2$-fache des Normalstromes.

In seiner ursprünglichen Form besitzt ein Anlaßtransformator eine an die Netzspannung gelegte Primärwicklung und eine mit Abzweigungen versehene Sekundärwicklung, von der je nach der Stellung des Schaltapparates eine größere oder geringere Spannung abgenommen und dem Motor zugeführt werden kann. Man kann nun, wie dies bei den nachstehend beschriebenen Anlaßtransformatoren der F. G. L., geschehen ist, Primär- und Sekundärwicklung des Transformators vereinigen. Als Sekundärwicklung ist hier der durch den Schaltapparat abgegrenzte Teil der Wicklung zu betrachten, und der dem Motor zugeführte Strom wird teils unmittelbar dem Netze entnommen, teils in der Sekundärwicklung des Transformators induziert. Diese mit »Sparschaltung« bezeichnete Transformatorenschaltung hat den Vorteil, daß nicht die gesamte, von dem Motor benötigte Arbeit umgeformt zu werden braucht, wodurch ein höherer Wirkungsgrad und eine geringere Größe des Transformators erreicht werden.

geschlossen geöffnet

Fig. 142 und 143. Anlaßtransformator der F. G. L.

Daher bieten diese, auch als Autotransformatoren bezeichneten Anlaßapparate dann einen erheblichen Vorteil, wenn das Übersetzungsverhältnis zwischen den beiden Spannungen klein ist und möglichst nicht über 1 : 2, höchstens 1 : 3 liegt. Der Wirkungsgrad solcher Autotransformatoren, die sich sowohl für die Umformung einer höheren Spannung in eine niedrigere wie auch für den umgekehrten Fall verwenden lassen, ist ein sehr günstiger, da infolge der kleineren Modelle die Verluste geringer sind als bei gewöhnlichen Transformatoren.

Die Wirkungsweise der als Anlaßapparate ausgebildeten Autotransformatoren sei an Hand der Fig. 140 u. 141 durch folgende Beispiele veranschaulicht: Fig. 140 zeigt das Schema eines Transformators, der für eine Primärspannung von 500 Volt und für eine Sekundärspannung von 330 Volt eingerichtet ist. Die sekundäre Abzweigung ist den Spannungen entsprechend derart vorgenommen, daß die Sekundärwindungszahl sich zur Gesamtwindungszahl wie 330 : 500 verhält. Die Leistung sei für diesen Fall zu 50 KW angenommen; mithin beträgt die primäre Stromstärke 100 Amp. Wird der Wirkungsgrad des Autotransformators der Einfachheit der Rechnung halber mit 100% angenommen, so fließt im Sekundärstromkreis ein Strom von 152 Amp. Da hiervon 100 Amp. dem Primärnetz entnommen werden, ist der Transformator nur für die Differenz der beiden Größen, also für 52 Amp., zu dimensionieren, was einer Leistung von 17 KW bei 330 Volt entspricht. Die Stärke der in den beiden Kreisen fließenden Ströme ist in das Schema eingetragen; da aber in Wirklichkeit der Wirkungsgrad des Autotransformators kleiner als 100% ist, so treten naturgemäß auch für die betreffenden Stromstärken entsprechende Änderungen ein.

Der in Fig. 141 schematisch abgebildete Autotransformator ist für eine Leistung von 22 KW bestimmt. Da die Abzweigung des Sekundärstromkreises im Übersetzungsverhältnis von 2 : 1 erfolgt, ist der Transformator in diesem Falle nur für die halbe Leistung zu bemessen; auch sind aus diesem Grunde beide Teile der Wicklung für die gleiche Stromstärke einzurichten.

Die F. G. L. führen ihre Anlaßtransformatoren in zwei Typen (Fig. 142 und 143 und Fig. 144 und 145) aus, und zwar für Spannungen von 500 bis 5000 Volt. Wie aus Fig. 142 zu ersehen ist, ist der Transformator in einem Gußgehäuse untergebracht, auf dessen Deckel ein Umschalter angeordnet ist. Diese Type wird ohne Ölfüllung benutzt und findet in geschlossenen Räumen Verwendung. Die Schaltungsanordnung des Apparates und des anzulassenden Drehstrommotors zeigt Fig. 146. Der Schaltapparat besteht aus einem vierpoligen Umschalter mit zwei Nebenkontakten, die gleichzeitig als Ausschalter dienen. Außerdem ist am Schalter eine zweckentsprechende Vorrichtung angebracht, um ein falsches Einschalten zu verhindern. Die den jeweiligen Stellungen des Schalters entsprechenden Wirkungen sind folgende:

Steht der Schalter auf »Aus«, so ist sowohl der Motor als auch der Transformator vollständig vom Netz getrennt. In der Stellung »Anlauf« ist der Transformator an das Netz und der Motor an die Abzweigung des Transformators gelegt, so daß der Motor etwa die halbe Spannung erhält. Wird nun der Schalter, nachdem der Motor nahezu seine volle Drehzahl erreicht hat, in die Stellung »Arbeit« eingelegt, so liegt der Motor direkt am Leitungsnetz und erhält die volle Spannung; der Transformator ist jetzt abgeschaltet.

Bei dem Modell nach Fig. 144 und 145 ist der Transformator und der Schaltapparat in einem Gußkasten untergebracht, der mit Öl gefüllt wird. Apparate dieser Type können sowohl in geschlossenen Räumen als auch im Freien verwendet werden. Da der Gußkasten gasdicht geschlossen ist, und die Schaltwalze sich unter Öl befindet, kann dieser Anlaßtransformator auch in Räumen verwendet werden, in denen explosible Gase auftreten (Schlagwettergruben).

geschlossen geöffnet

Fig. 144 und 145. Anlaßtransformator für größere Leistungen.

Die Schaltungsanordnung des Anlaßtransformators nach Fig. 144 ist in Fig. 147 dargestellt. Die Schaltvorrichtung besteht aus der bereits oben erwähnten, mit

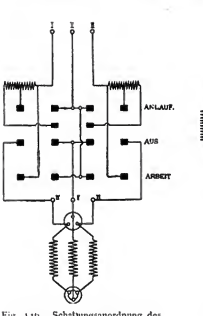


Fig. 146. Schaltungsanordnung des Anlaßtransformators und des anzulassenden Drehstrommotors.

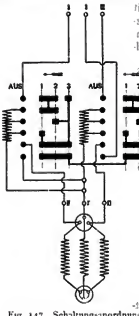


Fig. 147. Schaltungsanordnung des Anlaßtransformators für größere Leistungen.

kräftigen Kupferkontakten versehenen Schaltwalze und wird in normaler Anordnung mittels eines Handrades betätigt, kann aber auch für jeden beliebigen anderen Antrieb eingerichtet werden. Durch Aufklappen des Deckels sind sämtliche Teile der Walze zugänglich. Die der jeweiligen Stellung der Schaltwalze entsprechenden Wirkungen sind folgende:

Steht die Walze auf *O* (Aus), so ist sowohl der Motor als auch der Transformator vollständig vom Leitungsnetz getrennt. Wird die Walze nun auf die Stellung 1 gebracht, so liegt der Transformator am Netz und der Drehstrommotor an der ersten Abzweigung des Transformators; der Motor läuft hierbei mit etwa der halben Netzspannung an. Bei der Lage 2 der Walze ist der Transformator an das Netz und der Motor an die zweite Abzweigstelle des Transformators geschaltet; der Motor erhält jetzt etwa $^{3}/_{4}$ der normalen Netzspannung. Nachdem der Motor nahezu seine volle Drehzahl erreicht hat, wird die Schaltwalze in die Stellung 3 gebracht. Der Motor liegt nun direkt am Netz und erhält die volle Spannung; der Transformator ist in dieser Lage völlig abgeschaltet.

Die vorstehend besprochenen Anlaßtransformatoren dürfen nur in der Zeit des Anlassens betätigt werden, jedoch nicht während des normalen Ganges des angeschlossenen Motors eingeschaltet bleiben.

Zuschriften an den Herausgeber.

(Abgedruckt ohne Verantwortlichkeit des Herausgebers.)

In der »Rundschau« des ersten Heftes vom Jahrgang 1908 befindet sich eine sehr interessante Zusammenstellung über die auf dem Gebiete der elektrischen Bahnen im vergangenen Jahre geleisteten Fortschritte, und ich glaube Ihren Intentionen zu entsprechen, wenn ich die Aufmerksamkeit der Leser auf einige weitere im vergangenen Jahre auf diesem Gebiete gemachte Fortschritte lenke.

Der Kampf zwischen den verschiedenen zum elektrischen Betriebe der Vollbahnen vorgeschlagenen Systemen dauert fort, und es scheint mir, daß dieser Kampf, der viel dazu beigetragen hat, von Jahr zu Jahr eine rasch zunehmende Vervollkommnung auf dem Gebiete des elektrischen Bahnwesens zu verzeichnen, nicht mit dem bedingungslosen Siege des einen oder des anderen Systems enden wird, sondern es wird sich für jedes System ein Feld finden, auf welchem es den praktischen Erfordernissen am besten entspricht.

Die größte Entwicklung auf dem Gebiete des elektrischen Bahnwesens kann im letzten Jahre Italien verzeichnen. Es wurde die Elektrisierung von zwölf heute mit Dampf betriebenen Linien der Staatsbahnen beschlossen und der nötige Kredit vom Parlament votiert. Von diesen sind die Lieferungen für die Elektrisierung der älteren Giovi-Linie bereits an die italienische Westinghouse-Gesellschaft vergeben und in Ausführung genommen und auch für jene der Savona-San Giuseppe-Linie eine öffentliche Ausschreibung gemacht und auf Grund deren die Bestellungen erteilt. Beide Anlagen werden mit Drehstrom ausgeführt und die motorische Leistung der bestellten Lokomotiven beträgt zirka 80 000 PS., daher mehr als die sämtlicher in Europa bisher gebauten und im Bau befindlichen Wechselstrombahnmotoren. — Für die anderen elektrisch zu betreibenden Linien ist ebenfalls die Verwendung von Drehstrom beschlossen. Wie dies auch bereits durch die Zeitungen[1]) veröffentlicht wurde, kommt nächstens die Umänderung der italienischen Verlängerung der Simplonlinie an die Reihe, welche von Iselle bis Mailand für Drehstrom eingerichtet wird. Dieser Beschluß der italienischen Staatsbahnen ist um so interessanter, da ein Teil dieser Linie die mit dritter Schiene betriebene Milano-Gallerate-Strecke ist, welche auch mit zwei Oberleitungen ausgerüstet wird; in einem späteren Zeitpunkt werden dann die Einrichtungen mit Gleichstrom gänzlich durch Drehstrom ersetzt

Die Umänderung der Linie Mailand—Lecco ist bereits auch in einem vorgerückten Stadium; das für diese Linie in Aussicht genommene Längsaufhängungssystem für Drehstrom wird im Auftrage der italienischen Staatsbahnen auf der Teilstrecke Lecco—Calolzio durch die Ganzsche Elektrizitäts-Gesellschaft ausgeführt.

Anfangs des Jahres 1907 sind die auch in dieser Zeitschrift beschriebenen Drehstromlokomotiven mit drei Geschwindigkeitsstufen auf der Veltlinbahn in Betrieb gesetzt, und seitdem wurden zwei weitere solche Lokomotiven durch die Ganzsche Elektrizitäts-Gesellschaft geliefert.

Aber auch in anderen Ländern sind im letzten Jahre wichtige Ausführungen mit Drehstrom zu verzeichnen. Für den Betrieb der Simplonlinie baute die Firma Brown, Boveri & Co. neue Lokomotiven mit vier Geschwindigkeitsstufen und mit Kurzschlußmotoren. Die spanische Südbahn hat die Umänderung der Bergstrecke Gergal—Santafé der Hauptlinie Granada—Sevilla mit Drehstrom beschlossen und die bezüglichen Bestellungen ebenfalls an die erwähnte Schweizer Firma vergeben.

Auch in den Vereinigten Staaten befindet sich derzeit eine bedeutende Drehstrombahnlinie in Ausführung, dies ist die Umänderung der Cascade-Tunnel-Linie der Great Northern Bahn, für welche die General Electric Company mehrere je 100 t schwere Lokomotiven liefert.

In Österreich ist das System für die Umänderung der nächstens zu elektrisierenden Hauptlinien noch nicht entschieden, und Drehstrom scheint wenigstens ebenso

[1]) Siehe auch The Times Nr. 18. Dezember 1907.

in Betracht zu kommen wie einfacher Wechselstrom. — Wenn wir die in Europa auf elektrischen Betrieb umgeänderten Bahnlinien betrachten, sehen wir, daß bisher der Wechselstrom, abgesehen von Probelokomotiven, nur dort zur Verwendung gelangt ist, wo es sich hauptsächlich um Motorwagenbetrieb gehandelt hat, wogegen für jene Linien, deren Betrieb vorteilhaft nur durch starke Lokomotiven abgewickelt werden kann, das Drehstromsystem gewählt worden ist. Béla Valatin.

»Zur Zuschrift des Herrn Schrödter vom 3. Dezember 1907 bemerke ich, daß zur Zeit, als über das zu wählende System — hochgespannter Gleichstrom oder Wechselstrom — Entscheidung getroffen werden sollte, auch ein 2000 Volt-Gleichstrommotor für 1000 mm Spur und 150 PS Leistung im praktischen Betrieb nicht erprobt war. Einen Grund zur Bevorzugung des Gleichstromsystems kann also dieser Umstand nicht gebildet haben. Die weitere Behauptung des Herrn Schrödter, daß von der ‚Wechselstrom allein in Vorschlag bringenden' Firma nur 60 PS-Motoren angeboten wurden, ist wenn die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft stillschweigend gemeint sein sollte, unrichtig. Diese Gesellschaft hat sich im April 1905 dahin geäußert, daß sie die 60 PS-Motoren mit Rücksicht auf den Laufraddurchmesser von 800 mm, den sie für den zweckmäßigsten hielte, vorgeschlagen hat. Gleichzeitig hat sie erklärt, daß, wenn ein Laufraddurchmesser von 1200 mm gestattet wird, Motoren für Wechsel- oder Gleichstrom mit einer normalen Stundenleistung von 150 PS gebaut werden können.«

Friedr. Eichberg.

Geschäftliches.

Die **Hackethaldraht-Gesellschaft m. b. H. zu Hannover,** die im Jahre 1900 mit M. 20000 Kapital gegründet wurde, ist unter der Firma »Hackethal-Draht- und Kabelwerke, Aktiengesellschaft« in eine Aktiengesellschaft umgewandelt worden. Die G. m. b. H. brachte ihr Geschäft ohne Schulden für den Betrag von M. 1015031 ein mit Wirkung vom 1. Januar 1907. Das volleingezahlte Aktienkapital beträgt M. 1000000. Zum alleinigen Vorstand wurde der seitherige Geschäftsführer der G. m. b. H., Herr Richard Platz in Hannover, bestellt.

Aus den Geschäftsberichten.

Dem elften Geschäftsbericht der Siemens & Halske A.-G. für das Geschäftsjahr v. 1. August 1906 bis 31. Juli 1907 entnehmen wir: Die während des abgelaufenen Geschäftsjahres 1906/07 eingegangenen Bestellungen überstiegen reichlich diejenigen des Vorjahres.

Die Arbeiten der Cyanid-Gesellschaft m. b. H. betreffend Herstellung von Kalkstickstoff als Düngemittel durch Bindung des Stickstoffs der Luft wurden eifrig gefördert.

Die neugegründeten Stickstoffwerke G. m. b. H., Berlin, werden sich mit der Herstellung von Cyankalium und anderen Veredelungsprodukten aus dem Kalkstickstoff beschäftigen.

Die Stahlbereitung im elektrischen Induktionsofen macht vielversprechende Fortschritte. Zur weiteren Bearbeitung dieses Gebietes wurde mit anderen Interessenten die »Gesellschaft für Elektrostahlanlagen m. b. H.« gebildet, deren Geschäfte wir führen. Eine Reihe von Elektrostahlanlagen für größere Werke ist teils in erfolgreichem Betrieb, teils im Bau.

Das Glühlampenwerk konnte während der Wintermonate des Berichtsjahres neben der erhöhten Erzeugung von Kohlefadenlampen dem beträchtlich gesteigenen Bedarf an Tantallampen nicht ganz gerecht werden, weil die Einrichtung in den Räumen des früheren Blockwerks erst nach und nach ausgebaut werden konnte.

Die Fabrik für Beleuchtungskohlen von Gebrüder Siemens & Co. siedelte im Berichtsjahr nach Lichtenberg über und konnte dort ihre Fabrikation systematisch ausbauen.

Für die Berliner Hoch- und Untergrundbahn wurde die an der Haltestelle Bismarckstraße in Charlottenburg abzweigende 3 km lange Strecke nach Westend im Innenausbau nahezu fertiggestellt. Der Bau der Untergrundbahn vom Potsdamer Platz nach dem Spittelmarkt ist in vollem Gang.

Die Aufwendungen unserer Gesellschaft für Beamte und Arbeiter stellen sich im Berichtsjahr wie folgt:

für Krankenkasse, Invaliditäts- und Unfallversicherung insgesamt	M.	224360,12
für die Pensions-, Witwen- und Waisen-Kasse	»	175064,98
für Gratifikationen an Angestellte und Arbeiter	»	500000,—
zum Dispositionsfonds zur Verwendung im Interesse von Beamten und Arbeitern	»	300000,—
für sonstige Unterstützungen	»	69935,44
insgesamt	M.	1269360,54
Zuzüglich der Aufwendungen der Siemens-Schuckertwerke für gleiche Zwecke in Höhe von	»	1898020,52
ergibt sich die Gesamtsumme von . .	M.	3167381,06

Die Gesamtsumme der im Berichtsjahr von den deutschen Gesellschaften unseres Konzerns (S. & H., Berlin) ausgegebenen Gehälter und Löhne beziffert sich auf . . . . . M. 49792580,07

Nach dem Ausweis des Gewinn- und Verlustkontos stellt sich der Reingewinn auf . . . . M. 8717368,81

Hiervon gehen ab gemäß § 36 unserer Satzung 5% Dividende auf M. 54500000,—		2725000,—
Es verbleiben dann	M.	5992368,81
Wir beantragen, dem Spezialreservefonds zu überweisen . . . M. 500000,—		
für Gratifikationen an Angestellte und Arbeiter zu verwenden M. 600000,—		
dem Dispositionsfonds zuzuführen . . . . . M. 350000,—	»	1450000,—
so daß verbleiben	M.	4542368,81
Nach Abzug des Gewinnanteils des Aufsichtsrats (7% von M. 3531543,81) von	»	247208,81
verbleiben	M.	4295160,—
Hieraus schlagen wir, vor eine Superdividende von 6% mit	»	3270000,—
zu verteilen und den Rest von . . .	M.	1025160,—
auf neue Rechnung vorzutragen.		

Neue Bücher.

Die Fortschritte auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie. IV. Von Ingenieur Adolf Prasch, k. k. Regierungsrat und Eisenbahnoberinspektor a. D., Neudegg, Krain. Mit 164 Abbildungen. Stuttgart 1906. Verlag von Ferdinand Enke.

Der Verfasser hat es unternommen, durch fortlaufende Zusammenstellungen alle Neuerungen und Errungenschaften auf dem Gebiete der drahtlosen Tele-

graphie festzuhalten und so dem Leser ein Bild über die Entwicklung dieses technischen Anwendungsgebietes zu geben. Hierbei schöpft der Verfasser ausschließlich aus den in zahlreichen Zeitschriften über dieses Gebiet erschienenen Veröffentlichungen.

Die vorliegende Arbeit, in der etwa 80 Artikel angezogen sind, bietet dem Leser eine Fülle des Wissenswerten. Ausführliche Mitteilungen werden u. a. über folgende Arbeiten gemacht: M. Abraham, Zur drahtlosen Telegraphie; L. Mandelstam, Zur Theorie des Braunschen Senders; G. Seibt, Über den Zusammenhang zwischen dem direkt und dem induktiv gekoppelten Sendersystem in der Funkentelegraphie; A. Slaby, Über die Abstimmung funkentelegraphischer Sender. Aus dem praktischen Anwendungsgebiet finden sich eine große Anzahl von Mitteilungen vor, wie über Wellenmesser und Detektoren, über die Systeme von Massie, Murgas und Stone, über Neuerungen an den Systemen von Marconi, Fessenden und Telefunken; ferner ist eine Beschreibung der tragbaren und Demonstrationsstation der Telefunken-Gesellschaft gegeben. Schließlich enthält die Arbeit noch einiges über die Methoden der gerichteten Telegraphie von A. Artom und F. Braun.

Es möge hier auf einige Ungenauigkeiten aufmerksam gemacht werden. Auf S. 11, Reihe 2 spricht der Verfasser von »Sendekreis«. Diese Bezeichnungsweise wird in der Praxis für das, was der Verfasser meint, nicht angewandt und dürfte leicht zu Mißverständnissen Anlaß geben; statt dessen steht im Original richtig »Fläschenkreis«. S. 16ff. ist die Schwingungsdifferenz mit v, auf S. 14 dagegen bei der Definition mit ν bezeichnet. Auf S. 87 ist die Lichtgeschwindigkeit mit $3{,}10^6$ cm statt mit $3{,}10^{10}$ cm angegeben. Auf S. 139, Reihe 21 muß es statt »größere« »kleinere« heißen. Auf S. 210, Reihe 5 wird die Wellenlänge der tragbaren Station der Telefunkengesellschaft mit 400 mm bemessen. Diese Angabe kann unmöglich richtig sein. Die Länge dieser Welle ist etwa um das Tausendfache zu klein.

Der Verfasser hat eine große Anzahl wertvoller Beiträge zusammengetragen, jedoch auch — allerdings bewußt — sehr viel Unwesentliches hinzugefügt. Die Arbeit hat für denjenigen Leser Interesse, die sich in bequemer Weise über den augenblicklichen Stand orientieren wollen, und denen die bekannten elektrotechnischen und physikalischen Zeitschriften nicht zur Verfügung stehen. Ein großer Mangel der Arbeit dürfte das Fehlen jeden Inhaltsverzeichnisses sein, so daß das Aufsuchen irgendeines Artikels mit großer Mühe verbunden ist.

E. M.

Elektrotechnik in Einzeldarstellungen. Herausgegeben von Dr. G. Benischke. Heft 9. — **Die elektrischen Bahnen und ihre Betriebsmittel.** Von Dipl.-Ing. Herbert Kyser. Mit 73 eingedruckten Abbildungen und 10 Tafeln. Braunschweig 1907. Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn. Preis M. 6.

Nach dem Vorwort hat sich der Verfasser die Aufgabe gestellt, in großen Zügen alles das zu bringen, was für die erste Projektierung einer elektrischen Bahn von Wichtigkeit ist. Er wendet sich mit dem Buch vornehmlich an Studierende und junge Ingenieure, um sie in das Studium der elektrischen Bahnen einzuführen.

Man darf wohl sagen, daß das Buch dieser Aufgabe im allgemeinen gerecht wird. Die Einzelheiten des Stoffes sind geschickt ausgewählt und zusammengestellt, die Darstellung ist leicht faßlich und nicht zu weit ausholend. Das Wesentliche des Bahntechnischen der elektrischen Betriebsmittel ist zu finden.

Das Streben nach Einfachheit der Darstellung hat den Verfasser zuweilen zu Ungenauigkeiten und Unstimmigkeiten in der Ausdrucksweise verleitet. Es wird gesagt, S. 22, daß Wechselstrom-Reihenschlußmotoren, weil sie schneller als Gleichstrommotoren liefen, stets ein Zahnradvorgelege haben; Gleichstrommotoren normalerweise doch wohl auch. S. 28 wird der Kraftlinienfluß im Hauptstrommotor proportional dem Strom geschrieben, S. 29 ist der elektrische Gütegrad und der Wirkungsgrad von Motoren durcheinander gebraucht; S. 47 ist gesagt, daß der Gewichtsfaktor für Gleichstrommotoren und Wechselstrommotoren gleich sei und unmittelbar dahinter, daß »immerhin« der Wechselstrommotor schwerer und »daher« die Steuerungen größer seien. Weiter wird beim Wechselstrom-Reihenschlußmotor die Kompensationswicklung erst am Schluß der Erklärung erwähnt, während sie doch ein wesentlicher Bestandteil des modernen Wechselstrom-Reihenschlußmotors ist. S. 59 wird das Hintereinander- und Parallelschalten zweier Bahnmotoren als Regulierung durch Veränderung des Kraftlinienflusses bezeichnet. S. 64 heißt es, man soll zum Wechseln der Drehrichtung eines Motors den Strom im Anker, nicht im Magnetfeld umkehren, weil sonst unnötige Arbeit durch die Umpolarisierung verzehrt würde; Erhaltung eines remanenten Feldes für die Bremsperiode wäre eher als die Veranlassung dazu zu bezeichnen gewesen. S. 81 ist das Drehmoment des Hauptstrommotors wieder proportional J^2 gesetzt.

Alle diese Punkte seien zur Berichtigung in der nächsten Auflage des Buches empfohlen, dann mögen auch solche Unebenheiten, wie auf S. 26, wo in Gleichung 4, 5a, 5b das Drehmoment nacheinander mit Volt, Watt und mkg benannt wird, und S. 109, wo die mittlere Geschwindigkeit gleich dem Produkt aus Weg und Zeit geschrieben ist, beseitigt werden.

M. Gerstmeyer.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

1. Ganze Kraftanlagen.

Die Berliner Elektrizitätswerke zu Beginn des Jahres 1907. Von K. Wilkens. (E. T. Z., 3. Okt. 1907 und 24. Okt. 1907, S. 859, 983, 1011 und 1039)*. Stromerzeugung im Jahre 1907 182 808 881 KW.St. durch Generatoren von insgesamt 81 366 KW Leistung. Ende 1906 war der Anschlußwert für Licht 52 885 KW und für Kraft 68 494 KW (ohne die Bahnen), die Höchstbelastung im Jahre 1906 betrug 75 982 KW. Investiertes Kapital M. 108 Mill., davon Ende 1906 schon Mill. 26,7 abgeschrieben. Die Stromerzeugung erfolgt jetzt in der Hauptsache in großen Kraftwerken außerhalb der Stadtgrenze, von dort wird der hochgespannte Drehstrom nach den Unterwerken in der Stadt verteilt, hier erfolgt die Umformung in Gleichstrom von 2×220 Volt für das Lichtnetz oder 550 Volt für das Bahnnetz. Verluste in den Hochspannungsleitungen nur 5%. Die rund um Berlin gelegenen von den Berliner Elektrizitäts-Werken versorgten Vororte werden mit Drehstrom von 3 mal 220 Volt gespeist. Drehstrom-Hochspannungskraftwerke befinden sich in Oberspree, Moabit und Rummelsburg, das Kraftwerk am Schiffbauerdamm liefert Gleichstrom. In sämtlichen Werken Dampfmaschinen als Antriebsmaschinen der Generatoren. Kohlentransporteinrichtungen: Im Jahre 1906 234 692 t Kohlen verfeuert. Kohlenzufuhr hauptsächlich auf dem Wasserweg, für die Stadtkraftwerke sind neuerdings mit Vorteil Automobile (Tragkraft 4,5 t) zur

Kohlenzufuhr in Benutzung. In Oberspree zur Kohlenförderung Uferkran mit Greiferbetrieb für maximal 35 t pro Stunde, von 50 PS Drehstrommotor angetrieben, von dort gelangt die Kohle in einem Abwurfwagen auf einer der strahlenförmigen Verteilbahnen auf den Lagerplatz oder unmittelbar ins Kesselhaus, der Wagen rollt nach der Entleerung selbsttätig zum Förderturm zurück. Becherwerke fördern die Kohlen vom Lagerplatz in die Bunker. In Moabit ist ein Uferkran und ein den Lagerplatz mit 78 m Weite überspannender Laufkran für eine Leistung von 45 t pro Stunde aufgestellt. Förderkosten bis ins Kesselhaus betragen nur M. 1 pro Tonne (einschließlich der Generalunkosten). Dampfkesselanlagen: Ausschließlich Wasserröhrenkessel mit Überhitzern in Verwendung, Dampf von 14 Atm. auf 300 bis 400° C überhitzt. Normale Größe der Kessel 305 qm wasserberührte Heizfläche für eine Erzeugung von normal 5490 kg/St. Dampf. Neuerdings Einheiten von ungefähr doppelter Leistung aufgestellt, z. B. ein Kessel von Borsig mit 414 qm Heizfläche erzeugt 10325 kg Dampf-St. Neuerdings mit Vorteil mechanische Feuerung eingebaut (Kettenroste von Babcock und Wilcox oder Sparfeuerung der Düsseldorfer Sparfeuerungs-Gesellschaft). Selbsttätige Speisewasserregler System Hannemann. Verwendung des Kondensats zur Kesselspeisung, dadurch Temperatur des Speisewassers 50°, in den neueren Werken noch Ekonomiser vorhanden, die das Speisewasser auf 90 bis 100° anwärmen, dadurch Kohlenersparnis von 10 bis 12%. — Dampfmaschinen: Durchweg Mehrfach-Expansionsmaschinen. Die 3000 PS-Kolbenmaschinen verbrauchen bei 12 Atm. Betriebsdruck und 300° Dampftemperatur nur 4,1 kg Dampf und die 6000 PS-Kolbenmaschinen nur 4,0 kg für eine indizierte PS.St. Um Raum zu sparen, wurden in dem Werke Moabit an der Stelle einer älteren 1830 KW-Kolbenmaschine drei Dampfturbinen von insgesamt 13000 KW aufgestellt. Dampfverbrauch der A. E. G.-Dampfturbinen für 3000 KW beträgt bei 300° Dampftemperatur 6,0 kg/KW.St. und bei 350° nur 5,5 kg/KW.St., während die 3000 PS-Kolbenmaschine bei 300° C 6,7 kg/KW.St. verbraucht. Bei den 5000 KW-Turbinen von Brown, Boveri & Cie. betrug der Dampfverbrauch 6,8 bis 7,9 kg/KW.St. Durch Übergang von den Kolbenmaschinen zu den Dampfturbinen wurde eine Kohlenersparnis von 15 bis 20% erreicht. Elektrische Anlagen: In den Gleichstromkraftwerken ist jede Dampfmaschine mit zwei Generatoren gekuppelt, bei verschiedenen Maschinensätzen können die Generatoren sowohl in Parallelschaltung das 2 × 220 Volt-Lichtnetz oder in Reihenschaltung das 550 Volt-Bahnnetz speisen. Deshalb geringere Reserve nötig. Die Drehstromgeneratoren und Umformer besitzen zur Vermeidung von Pendelungen Lelalansche Dämpferwicklung. Die größten Gleichstromgeneratoren leisten 1000 KW (16 Pole, 83 Umdr./Min., Ankerdurchmesser 3,3 m); die größten langsam laufenden Drehstromgeneratoren leisten 4700 KVA. (3 × 6000 V, 83 Umdr./Min., 7,2 Pole, 7,4 m Rotordurchmesser), sie haben Spannwerksgehäuse, Gewicht 184000 kg, die größten Turbogeneratoren leisten 5000 KW (von Brown, Boveri & Cie.) und 6000 KW (von der A. E. G). In den Unterwerken Einankerumformer zur Drehstrom-Gleichstrom-Umformung. Zur Spannungsregelung besitzen die Umformer Regnlieranker D. R. P. 112064, der zugeführte Drehstrom wird zunächst über einen mit einer Drehstrom-Generatorenwicklung versehenen Zusatzanker geleitet, bevor er in den eigentlichen Umformeranker eintritt, je nach der Richtung des Erregerstromes in der Feldwicklung des Zusatzankers ergibt sich eine negative oder positive Zusatzspannung, dadurch ist die Spannung bis um 50% regulierbar, die Ladung der Batterien kann deshalb unmittelbar vom Umformer aus geschehen. Daneben sind auch ruhende Potentialregulatoren bei einem Umformer und einigen langen Speisekabeln zur Spannungsregelung in Benutzung. Die größten Transformatoren leisten 3000 KVA., Übersetzung 10500/6000 Volt, Öltransformator mit künstlicher Kühlung. Der Wirkungsgrad eines 18poligen Umformers für 1100 KW und Spannungsregulierung von 440 auf 550 Volt ist bei Vollast 95%, bei ¾ Last 94%, bei ½ Last 90,5%, der zugehörige Transformator hat einen Wirkungsgrad von 98,7%, somit der ganze Umformersatz 93,8%. Um an Kupfer zu sparen, werden die Schalter und Apparate in unmittelbarer Nähe der zugehörigen Maschinen aufgestellt und von einem gemeinsamen Schaltbrett aus durch Hilfsmagnete betätigt. Aus Gründen der Feuer- und Betriebssicherheit sind Sicherheitsschalter und Schmelzsicherungen der Hochspannungskreise in durch Mauern von einander getrennten Zellen untergebracht. Bei Energiemengen über 4000 KW ist für jede Phase ein besonderer Ölschalter vorhanden, von denen jeder in einer besonderen Kammer steht. Die Hochspannungs-Maximalschalter besitzen veränderliche Zeiteinstellung von 2 bis 10 Sekunden. Überspannungsschutz durch Hörnerblitzableiter und Wasserstrahlerder. — Die Akkumulatorenbatterien (ohne die Pufferbatterien) haben eine Gesamtkapazität von 15802 KW bei 3stündiger Entladung, die 8 Pufferbatterien 5741 KW bei 1stündiger Entladedauer. Die Sparzellenschalter mit Hilfsschaltzelle, wo nur halbsoviel Zellenschalter-Leitungen nötig sind als wie Regulierzellen vorhanden sind, haben sich gut bewährt und werden in Zukunft immer verwendet werden. Die Batterien dienen als Momentreserve und sollen eine Stunde lang den dreifachen normalen Strom liefern können. Die Batterien sind meist mit präparierten Holzbrettchen ausgerüstet, die auf die Erhaltung der Kapazität der negativen Platten günstig einwirken, auch Kurzschluß in der Batterie verhindern. — Der Nulleiter hat den halben Querschnitt der Außenleiter und ist an jedem Speise- und Verteilungskasten durch eine 3 m tief eingesenkte Erdschiene geerdet. Die Hochspannungsspeisekabel haben maximal nur 3% und die Drehstromverteilungskabel nur 2% Spannungsabfall, die Spannung wird nur für den größten Vorort konstant gehalten. Für die Straßenbahnen sind nach allen Speisepunkten Doppelleitungen gelegt, so daß bei Kabelfehlern aushilfsweise das negative Kabel an Stelle des positiven treten kann. Die Spannungsverluste in sämtlichen negativen Bahnleitungen sind einander gleich gemacht, daher fast gar keine vagabundierenden Ströme.

Kern River No. 1 Power Plant of the Edison Electric Comp., Los Angeles-IV. (El. World, 31. Aug. 1907, S. 401.)* Die Übertragung der im Kraftwerk No. 1 am Kern River gewonnenen Arbeit nach Los Angeles erfolgt mit 60000 Volt durch zwei Drehstrom-Leitungsstränge auf 1140 stählernen Gittermasten von 9 bis 18 m Höhe. Durchschnittliche Entfernung zweier Masten = 210 m, dazwischen gewöhnlich noch zwei Holzmasten. Grundfläche der Masten 3,7 × 4 m, auf jedem Mast 9 je 1,8 m voneinander entfernte in zwei Stockwerken angeordnete Isolatoren. Gesamtgewicht der Leitung (Kupfer) = 1125 Tonnen. Die

Isolatoren bestehen aus fünf getrennten und verkitteten Teilen, Höhe 45 cm, größter Durchmesser 45 cm. Prüfspannung dauernd 100000 Volt, auf 30 Sek. 150000 Volt, mechanische Zugfestigkeit 1800 kg. — Die Leitungsanlage wird durch drei Schalthäuser unterbrochen, von denen zwei zugleich Transformatorstationen sind. — Die Herabtransformierung auf die Verteilungsspannung erfolgt im Unterwerk Los Angeles No. 3, vier Transformatoren von je 4500 KW, Primärspannung 60000 Volt, Sekundärspannung je nach Schaltung 16000 oder 32000 Volt. Hier außerdem eine Dampfreserve von zwei 2000 KW-Curtis-Turbogeneratoren und einem 6000 KW-Westinghouse-Turbogenerator (Drehzahl 750 pro Min., 50 Perioden). — Die weiteren 4 geplanten Werke am Kern River werden rd. 46600 KW leisten.

The New Derby Electricity Works and Tramway Extensions. (Elect. Eng., 19. Dez. 1907.) Das neue Elektrizitätswerk in Derby bildet einen Zubau an das alte Werk, welches 4500 KW Gleichstrom und Wechselstrom für Licht und Kraft liefert; das frühere Wechselstromlichtnetz wird zum größten Teile auf Gleichstromdreileiter 2×230 Volt umgewandelt. Das neue Werk ist für 20000 KW Leistung angelegt, vorläufig aber nur für 6000 KW in fünf Einheiten ausgebaut, von denen gegenwärtig zwei Gleichstromturbogeneratoren von je 750 KW aufgestellt sind. Die Kohlenförderung geschieht automatisch mittels elektrisch betriebenem Paternosterwerkes (20 t pro St.), die Kohlenbunker fassen 600 t. Die Kesselanlage besteht derzeit aus drei Wasserrohrkesseln von je 560 qm Heizfläche, mit Überhitzern (70° C), Ketten rostfeuerung System Babcock, Wilcox mit Kettenantrieb mittels 2 PS Elektromotor. Zur Erzeugung eines kräftigen Zuges ist in jedem der beiden Fuchskanäle, welche zu den 36 m hohen Schornsteinen führen, je ein, mittels 60 PS Nebenschlußmotor und Seil angetriebenes Gebläse eingebaut (Motordrehzahl 360 bis 800 pro Min.). Die Speisepumpen sind teils mit Dampf, teils elektrisch angetrieben. Die Gleichstromturbogeneratoren sind zweipolig, besitzen eine Kompensationswicklung (50% Überlastung) und sind bei 1800 Umdr. pro Min. mittels Parsonsturbinen (12 Atm. Eintrittsspannung) direkt angetrieben. Der Dampfverbrauch beträgt bei 67 cm Luftleere und Vollast 8,3 kg pro KW.St., bei 72 cm Luftleere sollen 7,8 kg erreicht werden, bei Halblast sind 9,5 kg garantiert. Zur Kondensation dienen Oberflächenkondensatoren. Die Generatorspannung kann zwischen 460 und 550 Volt reguliert werden. Die später zur Aufstellung gelangenden Turbogeneratoren sollen je 1500 KW leisten. Das angeschlossene Bahnnetz hat derzeit 32 km Betriebslänge.

2. Gewinnung der mechanischen Arbeit.

Die Wasserkräfte des Kantons Zürich, unter spezieller Berücksichtigung des projektierten Rhein-Glatt-Töss-Werkes Eglisau. (Schweiz. E. T. Z. 9. Nov. 1907, S. 561; 16. Nov. 1907, S. 571. Schluß folgt.)* Wirtschaftliche Gesichtspunkte bei Anlage von Wasserkraftanlagen: Billige Anlage, um die Verzinsung und Tilgung, welche die direkten Betriebsausgaben weit übersteigen, gering zu halten, automatischer Betrieb, um menschliche Hilfskräfte mit ihren Mängeln möglichst zu vermeiden, möglichst große Anlagen, weil hierdurch die Anlagekosten pro Krafteinheit sinken, und günstige Absatzgebiete für die erzeugte Kraft.

Ausnutzungsziffer elektrischer Anlagen und Mittel, dieselbe zu heben. Verwendung zur Beleuchtung, Kraftabgabe und für chemische Zwecke. Verfügbare Wassermengen zu verschiedenen Jahreszeiten und ihr Verhältnis zum Stromverbrauch. Einfluß von Dampfreserven, hydraulischer und elektrischer Akkumulierung auf die Betriebskosten. Als vollkommenste Lösung der Frage wird die Anlage von kombinierten Kraftwerken empfohlen, die aus einer nicht akkumulierbaren Niederdruckanlage und einer Hochdruckanlage mit hydraulischer Akkumulierung bestehen. Anwendung auf die Verhältnisse des Kantons Zürich. Einfluß des Leitungsnetzes auf die beiden Teile der Anlage: die dauernd in Betrieb befindliche Niederdruckanlage kann weit entfernt sein, die Hochdruckanlage muß im Versorgungsgebiet liegen.

Die Hochdruckwasserleitung und das angeschlossene Kraftwerk der Stadt Nordhausen. Von Michael. (Z. d. V. D. I., 30. Nov. 1907, S. 1888.)* Talsperre von 800000 cbm Inhalt. Niederschlagsgebiet 6,04 qkm, jährliche Regenhöhe 800 mm, Abfluß 0,55. Trinkwasseranlage, deren Wasser zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit durch Turbinen hindurchgeht. Druckleitung mit 20 Atm. Betriebsdruck, 10 km lang mit zahlreichen Krümmungen, Hebungen und Senkungen. Für Krümmungen über 75 m Radius keine besonderen Krümmer erforderlich; Kurven von 28 m Halbmesser sind gegen Herausdrücken an der Außenseite mit Beton hinterstopft; Bodendeckung 1,5 m. Gußeiserne Muffenrohre mit Werg und Blei abgedichtet, 425 mm l.W., 23 mm stark, 170 kg pro qm, 7fache Sicherheit. Abstufung der Wandstärken von 10 zu 10 cm. Doppelkonische Muffenform mit vorgelegtem Gußeisenring, der durch Hackenschrauben festgezogen wird. Auf den Kuppen selbsttätige Luftventile mit Schwimmerkugeln. Sicherheitsventile. Rohrbruchventile, aus Ventilschieber und Bremskolben bestehend, betätigen eine Alarmvorrichtung an der Talsperre. Selbsttätige Absperrventile bei zu schneller Wasserbewegung: Drosselklappe, die durch Druckwasserkolben bewegt wird, welcher durch einen im Innern des Rohres pendelnden Löffel bewegt wird (Schließzeit 3 Min.). Berechnung der Rohrleitung. — Leitung mündet in einen Hochbehälter, bestehend aus zwei Becken à 2000 cbm, aus denen das Wasser in das Turbinenhaus fließt. Wassermenge durch Überfallwehr in U.-W.-Graben gemessen. Umgangsleitung für die Turbinen. — Bei einem Abfluß von $1{,}6 \times 10^6$ cbm pro Jahr, 176 m Gefälle und 62% Gesamtwirkungsgrad (Turbinen 80% bei 100 l pro Sek., Dynamos 90%) können 475000 KW.St. am Schaltbrett entnommen werden. — Montage. Auf 100 Rohre kamen 0,7 Brüche, deren Ursache nicht immer aufgeklärt wurde. — Tags Kraft- und Lichtbetrieb, nachts nur Lichtbetrieb. Leistungsschwankungen 150%. Diagramm der Druckschwankungen. — Kosten für Rohrleitungen und Turbinenhaus M. 410000, für Kraftwerk, Maschinen und Kabel M. 490000.

Die Wasserkräfte des Kantons Zürich, unter spezieller Berücksichtigung des projektierten Rhein-Glatt-Töss-Werkes Eglisau. (Schluß. Schweiz. E. T. Z. 23. Nov. 1907, S. 593.) Beschreibung der Werke, insbesondere der baulichen Anlagen. Berechnung der zur Verfügung stehenden Leistung, der Anlage- und Betriebskosten.

Tests of 1000 KW British Thomson-Houston Turbo-Alternator Set. (The Tramway and Railway World, 7. Nov. 1907, S. 405.)* Abnahmeversuch an einer vertikalen Curtisturbine, 1500 Umdr., 7500 Volt

Zweiphasenstrom, Periodenzahl 50; über den Dampfverbrauch gibt nachstehende Tafel Aufschluß.

Zeit	Belastung	Dampfdruck Atm.	Dampftemperatur in C.	Vakuum	Barometer	KW St. für Tesla	KW St. für Ferranti	KW St. Netto	kg Dampf per KWSt.
7^{10}—8^{10}	halb	10,8	196°	730	751	503	4,65	498,4	8,8
9^{56}—2^{6}	voll	10,8	200°	733	753	1011	5,63	1005,4	7,7
2^{10}—7^{10}	voll	10,8	242°	734	755	1011	5,63	1005,4	7,2
4^{0}—5^{3}	1¼	10,4	265°	731	755	1281	6,45	1274,6	6,9

Dampfturbine System J. Zvoníček. Vortrag von Prof. Zvoníček. (E. u. M. Wien, 24. No. 1907, Seite 909.)[*] Die zu besprechende Dampfturbine ist eine mehrstufige Radialturbine mit Reaktionswirkung. Um die Umfangsgeschwindigkeit zu vermindern, ist zwischen den beiden üblichen Methoden: Einteilung des ganzen Druckgefälles in Druckstufen und Anwendung sog. Geschwindigkeitsstufen, ein Mittelweg eingeschlagen, der darin besteht, daß die Eintrittsgeschwindigkeit im Laufrade größer gewählt wird als bei gewöhnlicher Druckabstufung, so daß diese Geschwindigkeit nicht vollkommen, sondern nur zum größeren Teile im Laufrade ausgenützt wird, und daß der Dampf mit gewisser Austrittsgeschwindigkeit ausströmend ins Leitrad der nächsten Druckstufe eintritt. Die Turbine besitzt ein einziges Laufrad, an welchem seitlich die einzelnen Schaufelkränze befestigt sind, wobei die festen Leitschaufelkränze am Deckel des Turbinenkastens angebracht sind. Versuche haben gezeigt, daß Spielräume von 0,1 mm ohne Schwierigkeiten praktisch dauernd erreichbar sind. Die Regulierung erfolgt bei der Versuchsturbine durch Drosselung des Dampfes mittels eines drehbaren Regulierschiebers. Das System erlaubt die Anwendung von etwas kleineren Drehzahlen als gewöhnlich. Die Erste Böhmisch-Mährische Maschinenfabrik in Prag baut diese Turbinen normal 100 PS angefangen bis zu den größten Leistungen.

Steam Pipe Systems for Generating Stations. Von John Rider, M. Inst. C. E. (El. Enging. 19. Dez. 1907.) Der Verfasser gibt für Dampfrohrleitungen in Kraftwerken folgende Regeln an: 1. Die Zahl und Länge der Rohrleitungen soll so gering als möglich sein. 2. Ein Schadhaftwerden eines Rohres soll nur eine Maschine oder Kessel in Mitleidenschaft ziehen. 3. Der Durchmesser der Rohre soll wegen der Ausstrahlungsverluste möglichst klein sein; dagegen 4. anderseits groß genug, um den Spannungsabfall zwischen Kessel und Maschine auf ein Mindestmaß zu beschränken. 5. Die Zahl der Rohrverbindungen soll möglichst klein sein. 6. Es sind hinreichende Vorkehrungen behufs Wasserabscheidung an den Rohrleitungen zu treffen. 7. Es sind in gewissen Abständen Dilatationsrohre (Wärmedehnung) einzuschalten. 8. Bei Betriebsstörungen soll die betreffende Rohrleitung absperrbar sein. Um die Dampfwege zu reduzieren, werden in Kraftwerken über 1500 KW die Kessel in zwei Reihen, in sehr großen Kraftwerken in mehreren Stockwerken übereinander angeordnet; letztere Anordnung erfordert oft sehr komplizierte Rohrleitungen. Weitere Ersparnis an Raum wird durch Anordnung der Feuerzuge, Ekonomiser und Kondensatoren ober- oder unterhalb der Kessel, bzw. der Dampfmaschinen erzielt; es gilt allgemein der Grundsatz, eher in die Höhe (und Tiefe) als in die Breite zu bauen. Ring- und Doppelrohrleitungen sind tunlichst zu vermeiden und eine möglichst geradlinige, durchgehende Dampfleitung festzuhalten. Um die Ausstrahlungsverluste herabzusetzen, ist für die Rohrleitungen ein gut isolierendes plastisches Packungs- (Dichtungs-)material zu verwenden. Die Dampfgeschwindigkeit von 30 m/Sek. ist praktisch hinreichend und wird oft wesentlich überschritten. Der Spannungsabfall soll 2 bis 3 % nicht überschreiten. Als Material für Rohrleitungen ist Schmiedeeisen mit geschweißten Längsnähten zu verwenden; für Zweig- und Nebenleitungen sind vernietete Stahlrohre jenen aus Kupfer vorzuziehen. Flanschen sind aus einem Stahlstück herzustellen und mit dem Rohr zu verschweißen; als Flanschabdichtung sind Metallringe aus Klingerit empfohlen.

Wasserabscheider sind möglichst nahe der Rohrleitung so einzubauen, daß die Wasserabscheidung der Schwerkraft gemäß rasch erfolgt und die natürliche Stromrichtung des Wassers mit jener des Dampfes übereinstimmt, um gefährliche Wasserschläge zu vermeiden. Wegen der Wärmedehnung müssen die Abscheider frei beweglich und federnd gelagert werden. Die Verankerung der Hauptrohrleitung soll in je 30 m Abstand an gußeisernen Lagerstühlen mit asbestisolierten Klammern erfolgen. Dilatationsrohre sind stets horizontal anzuordnen.

Als Absperrvorrichtungen sind Durchgangsventile (voller Durchgangsquerschnitt!) in der geraden Richtung der Rohrleitung einzubauen. Spindel und Handrad sind stets leicht zugänglich auf der oberen Rohrseite anzuordnen. Dampfschieber sind nur bei Abscheidern zu verwenden.

The Torque Conditions in Alternate-Current Motors. Vortrag, gehalten von A. Fynn vor dem Inst. Elect. Eng. (Brimingham). (Elect. Eng. 12., 19., 26. Dez. 1907.) Der Verfasser bringt eine eingehende, theoretische, vergleichende Untersuchung des Drehmomentes verschiedener Wechselstrommotortypen und deren Ausnutzungsfähigkeit. Verfasser unterscheidet in seinem Vortrag: a) den selbsterregten, teilweise kompensierten, einphasigen (Nebenschluß-) Induktionsmotor, bei welchem entsprechend den drei vorhandenen Feldern dreierlei Drehmomente entstehen; b) den fremderregten Reihenschlußinduktionsmotor, (gew. Repulsionsmotor genannt); c) den »neutralisierten« Reihenschlußkonduktionsmotor (gew. kompensierter Reihenschlußkollektormotor genannt); d) den teilweise kompensierten (fremderregten) Reihenschluß-Induktionsmotor (gew. kompensierter Repulsionsmotor); e) den selbsterregten teilweise kompensierten Reihenschlußinduktionsmotor; f) den (fremderregten) Zweiphaseninduktionsmotor mit teilweiser Kompensation; g) Methoden zum Anlassen des selbsterregten, kompensierten Wechselstrominduktionsmotors; die Methode beruht im wesentlichen darauf, den Motor durch geeignete Schaltung als »Repulsionsmotor« anzulassen; h) Vergleich zwischen Gleichstrom- und Wechselstrommotoren, auf Grund der aktiven Gewichte. Das Gewichtsverhältnis Gleichstrommotor: (Wechselstrominduktionsmotor (Schleifringanker)): Zweiphaseninduktionsmotor (50 Perioden) = 1 : 1,5 : 0,7. Ein Vergleich zwischen Gleichstrom- und Wechselstromreihenschlußmotor (bei 25 Perioden) ergibt für gleiche Leistung und Spannung für letzteren ein um 35 bis 40 % größeres Gewicht. Bei Erniedrigung der Periodenzahl unter 15 nimmt das Gewicht des Wechselstromreihenschlußmotors wieder zu.

Herausgegeben von Professor Dr. Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 131

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A. Kgl. Techn. Hochschule.

Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat GOERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHERCHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Baurat WITTFELD-Berlin

Jahrgang VI. **4. März 1908.** **Heft 7.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postanstalten oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36 maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 131.

INHALT:

Das neue Kraftwerk der Vereinigten Gummiwarenfabriken Harburg-Wien in Harburg a. d. E. Von Dr.-Ing. H. Wilh. Magdeburg. S. 121.

Notizen über elektrische Einzelantriebe. Von Wilhelm Kübler. S. 130.

Kleine Nachrichten. S. 133. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft: Die Stromversorgung von Buffalo U. S. A. von den Niagarafällen aus. — Beschreibung ausgeführter oder geplanter Bahnanlagen sowie besonderer Systeme: Die Probestrecke der zukünftigen Berliner Schwebebahn.

Aus den Geschäftsberichten. S. 136. Auszug aus dem Geschäftsbericht der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft betr. das Geschäftsjahr vom 1. Juli 1906 bis 30. Juni 1907.

Neue Bücher. S. 137. — **Zeitschriftenschau.** S. 138.

Das neue Kraftwerk der Vereinigten Gummiwarenfabriken Harburg-Wien in Harburg a. d. E.

Von Dr.-Ing. H. Wille, Magdeburg.

Die Vereinigten Gummiwarenfabriken Harburg-Wien besitzen insgesamt drei Werke und zwar ein Werk in Harburg a. d. E., dem Sitze des Vorstandes der A.-G., ein Werk in Hannover-Linden und ein Werk in Winnpassing im Schwarzatale in Niederösterreich.

Die nachfolgende Arbeit befaßt sich ausschließlich mit den neuen Anlagen des Harburger Werkes.

Die Hauptartikel, welche in dieser Fabrik hergestellt werden, sind Schuhe, Wagenreifen für Selbstfahrer und Fahrräder, Schläuche, Bälle, Dichtungen und Riemen, wasserdichte Stoffe etc. etc. Auf dem Fabrikgelände befinden sich ferner die Gebäude der Internationalen Galalith-Gesellschaft; dieselben werden von demselben Werke mit Kraft und Licht versehen.

Da ein Teil der Baulichkeiten in der Nacht vom 6. zum 7. Oktober 1905 durch ein Schadenfeuer vollständig zerstört wurde und das Werk auch in vielen Teilen den Anforderungen nicht mehr entsprach, welche man heute an einen modernen Betrieb stellen muß, und da vor allen Dingen durch die wachsenden Bedürfnisse und die Weitläufigkeit der Anlagen die Übersicht erschwert wurde, und die Versorgung der einzelnen Abteilungen mit Kraft, Licht und Dampf in unwirtschaftlicher Weise von verschiedenen kleinen Werken aus erfolgte, entschloß sich die Leitung der Gesellschaft, die neue Anlage nach modernen Gesichtspunkten von Grund auf umzubauen.

Durch den Umbau wird ein einfacher, einheitlicher wirtschaftlicher Betrieb erzielt. Es ist darauf Rücksicht genommen, daß die Erzeugnisse während ihrer Entstehung möglichst am selben Orte bleiben. Die Anlagen zur Versorgung mit Kraft, Licht und Dampf für Heizzwecke und Vulkanisation bilden eine in sich geschlossene besondere Anlage.

Alle Antriebe sollen durch Elektromotoren erfolgen. Fig. 148 zeigt den Lageplan der fertig ausgebauten Fabrik mit Verwaltungsgebäude. Die Gebäude der fertigen Fabrik werden eine Fläche von 19000 qm bedecken, mit Höfen und Wegen ca. 39000 qm. Da das ganze Grundstück 60000 qm Grundfläche hat, bleiben noch 21000 qm für spätere Vergrößerung übrig. Fig. 149 zeigt ein neues Fabrikgebäude im Bilde. Alle übrigen Gebäude werden in derselben Weise ausgeführt.

In der alten Anlage waren 17 Kessel von zusammen 1540 qm Heizfläche vorhanden. Diese waren in vier Kesselhäusern untergebracht, die augenblicklich noch mit im Betriebe sind, aber bei fortschreitendem Ausbau des neuen Kesselhauses nach und nach stillgelegt werden. Vier Dampfmaschinen mit einer Gesamtleistung von 1200 PS lieferten die Energie, teils zum direkten Betriebe der Walzwerke etc. und teils zur Erzeugung von elektrischer Arbeit für Licht und Kraft. Von diesen Maschinen ist eine von 500 PS bereits abgebrochen. Eine solche von 100 PS liegt augenblicklich noch zur Reserve, eine dritte ist bereits stark entlastet, während die vierte noch voll im Betriebe ist. Alle diese Maschinen werden später stillgelegt. Vor Beginn des Umbaues waren ca 3600 Glühlampen, ca. 20 Bogenlampen, sowie 26 Elektromotoren mit 300 PS Gesamtleistung angeschlossen. Ferner liefen noch fünf kleinere Dampfmaschinen von ca. 50 PS Gesamtleistung. Heute befinden sich bereits 312 Bogenlampen, 2787 Glühlampen, 215 Nernstlampen, 20 elektrische Ventilatoren und 52 Motoren, die letzten von zusammen 1700 KW Leistung im Betriebe.

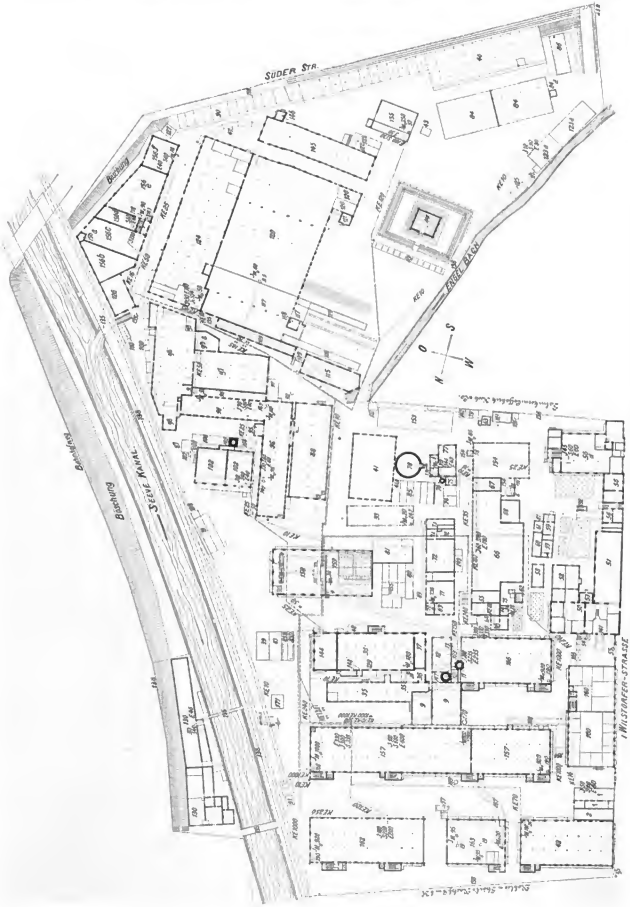


Fig. 148. Lageplan der Vereinigten Gummiwarenfabriken Harburg-Wien in Harburg a. d. E. (Maßstab 1 : 1400.)

Fig. 149. Ansicht eines neuen Fabrikgebäudes.

Nach diesen allgemeinen einleitenden Erörterungen soll eine Beschreibung der neuen Anlage in ihrem jetzigen Zustande gegeben werden.

Das Kesselhaus ist für 12 bis 14 Zweiflammrohrkessel mit einer Heizfläche von je 101 qm entworfen. Augenblicklich sind in dem neuen Kesselhaus bereits vier solcher Kessel in Betrieb genommen. Die Kessel sind von der Hannoverschen Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. Georg Egestorf, Linden-Hannover geliefert. Jeder Kessel hat, wie oben angegeben, eine Heizfläche von 101 qm und ist mit einem Zentrifugal-Überhitzer mit 35 qm Heizfläche ausgestattet. Die Einzelheiten der Kesselanlage sind aus Fig. 150 und 151 zu ersehen.

Die Kessel sind mit selbsttätiger Feuerung »System Münkner« und mit selbsttätiger Speisung »System Hanemann« ausgerüstet. Die Kohlen werden durch einen mit eisernem Rost abgedeckten Einschüttrumpf einem Becherwerk zugeführt und von diesem gehoben. Durch ein Gummiförderband werden die Kohlen dann selbsttätig den verschiedenen Bunkerabteilungen zugeführt. Die Bunker sind so bemessen, daß pro Kessel ca. 43 Tonnen Kohlen aufgespeichert werden können.

Die Einzelheiten der Kohlenförderanlage sind aus Fig. 152 zu ersehen. Der Antrieb der Förderanlage erfolgt durch einen 8pferdigen Elektromotor. Für den Betrieb der Münkner-Feuerung ist ein 5 PS-Elektromotor aufgestellt. Zur Kontrolle des Dampfkesselbetriebes sind alle erforderlichen neuzeitlichen Apparate, wie Zugmesser, Rauchgasanalysator, Thermometer für die Fuchsgase und den überhitzten Dampf etc. angebracht. Fig. 153 zeigt ein Bild des Kesselhausinnern.

Für die Erzeugung der elektrischen Arbeit sind Dampfturbinen vorgesehen. Zunächst ist eine Turbine »System Brown-Boveri-Parsons« aufgestellt. Das Maschinenhaus ist so groß gewählt, daß zwei weitere Maschinensätze zur Aufstellung kommen können. Die jetzige Turbine ist mit zwei Gleichstrommenbenschluß-Maschinen gekuppelt. Die Leistung jeder dieser Dynamos ist 430 KW (240 Volt und 1875 Amp.) bei 2100 Umdr., auf derselben Welle hat auch die Erregermaschine Platz gefunden. Die Leistung dieser Maschine ist 5,4 KW (90 Volt und 60 Amp.). Aus Fig. 154 ist die Anordnung der Dampfturbinenanlage zu ersehen, während die Figuren 155 und 156 Ansichten der Turbine und der Kondensationsanlage geben.

Die Oberflächenkondensation ist unter Flur angeordnet. Die Luftpumpe sowie die Kühlwasserpumpe werden von Elektromotoren angetrieben. Die Leistungen dieser Motoren sind 10 PS bei 200 Umdr. und 18 PS bei 620 Umdr. Das Kühlwasser wird aus einem an dem Fabrikgrundstücke vorüberfließenden Bache, der Seeve,

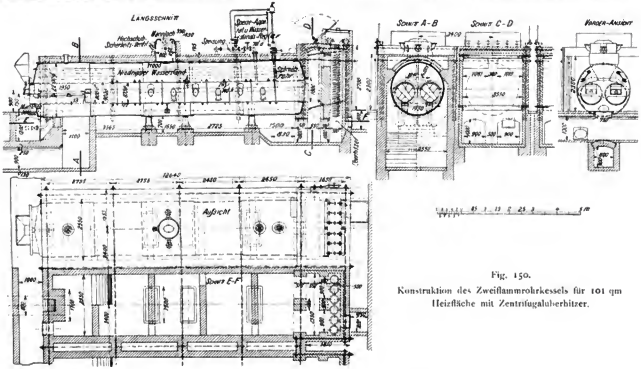


Fig. 150.
Konstruktion des Zweiflammrohrkessels für 101 qm Heizfläche mit Zentrifugalüberhitzer.

entnommen. Dasselbe wird durch eine Rohrleitung von 300 mm Durchmesser von der Pumpe angesaugt. Die Saughöhe beträgt ca. 1 m. Durch die Pumpe wird das Wasser sodann durch den Kondensator gedrückt und fließt nach Überwindung einer Steigung von ca. 1,5 m unterhalb der Schöpfstelle der Seeve wieder zu. Es ist ferner eine Vorkehrung getroffen, daß zu dem Kühlwasser aus der städtischen Leitung Wasser zugesetzt werden kann. Das Kondensat wird nach einem Behälter im Kesselhause gedrückt und von hier durch die Speisevorrichtungen den Kesseln zugeführt. Die von den Dynamos erzeugte elektrische Arbeit wird durch Flachkupferleitungen der Hauptschalttafel zugeleitet und von hier, nachdem sie den Hauptzähler und die Meßinstrumente durchflossen hat, den hinter der Schalttafel liegenden Verteilungssammelschienen zugeführt, um von diesen durch die Speisekabel zu den einzelnen Verbrauchsstellen zu gelangen. Das Schaltungsschema, Fig. 157, sowie der Leitungsplan auf

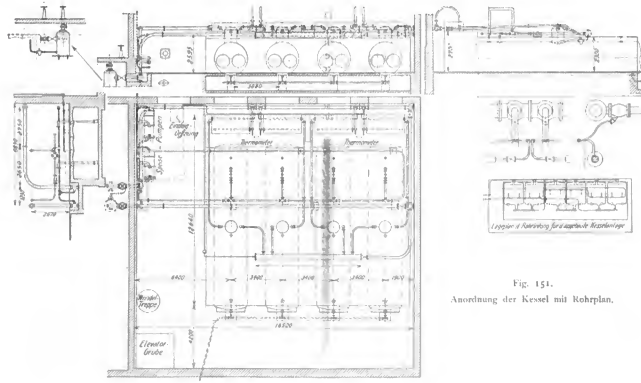


Fig. 151.
Anordnung der Kessel mit Rohrplan.

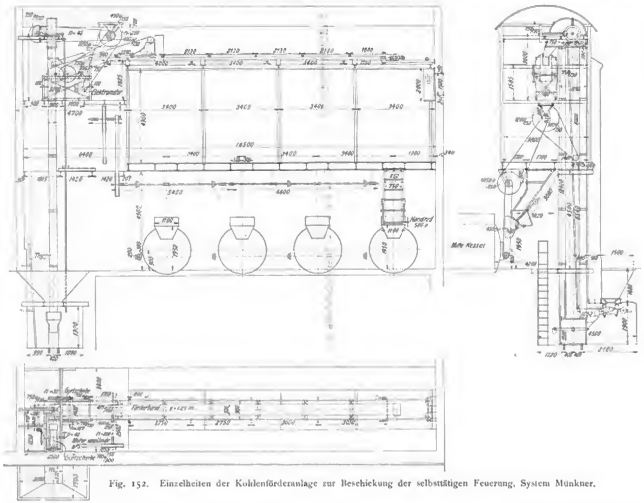


Fig. 152. Einzelheiten der Kohlenförderanlage zur Beschickung der selbsttätigen Feuerung, System Münkner.

Fig. 148, geben Auskunft über die Art der Verteilung. Fig. 158 und 159 zeigt ein Bild der Schalttafel. Die Schalttafel, die Kabel sowie die Motoren sind von den Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerken in Frankfurt a. M. und Mühlheim geliefert und aufgestellt. Die Dampfturbinenanlage ist von der Firma E. Sinell, Ingenieur, Berlin W 15, Generalvertreter der Akt. Ges. Brown, Boveri & Co. geliefert worden. Die gesamte Lichtanlage und ebenso die kleineren Anlagen für Kraft sind von dem Werke selbst ausgeführt.

In der jetzigen Übergangszeit arbeitet das neue Kraftwerk zum Teil mit zwei alten parallel. Die Maschinenleistung der beiden alten Kraftwerke beträgt zusammen ca. 300 KW. Zur Unterstützung der Maschinen ist eine Akkumulatorenbatterie der Akkumulatorenfabrik A.-G. in Berlin im Betriebe mit einer Kapazität von 600 Amp.St. bei einstündiger Entladung.

Wie schon anfangs erwähnt wurde, sollen alle Betriebe, also auch die schweren, elektrisiert werden. Bis jetzt sind für Walzwerkbetrieb 4 Motoren von je 250 PS und ein weiterer von 350 PS in Betrieb genommen, und zwar bis jetzt mit allerbestem Erfolge. Fig. 159 zeigt die Maßskizze eines derartigen Motors.

Im Anschlusse an diese kurze Beschreibung sollen die bei den Abnahmeversuchen gefundenen Werte mitgeteilt werden.

Die Neuanlage wurde eingehenden Prüfungen unterworfen. Die Kessel- und die Feuerungsanlagen wurden durch den Norddeutschen Verein zur Überwachung von Dampfkesseln zu Altona und durch den Verein für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung zu Hamburg,[1]) die Turbogeneratorenanlage mit Zubehör durch die elektrotechnische Abteilung des Magdeburger Vereins für Dampfkesselbetrieb untersucht. Die Hauptversuche wurden

[1]) Die Tätigkeit dieses Vereins beschränkte sich in der Hauptsache auf die Feuerungsuntersuchungen und auf die Ermittelung der einzelnen Wärmeverluste der Kesselanlage.

Fig. 153. Inneres des Kesselhauses.

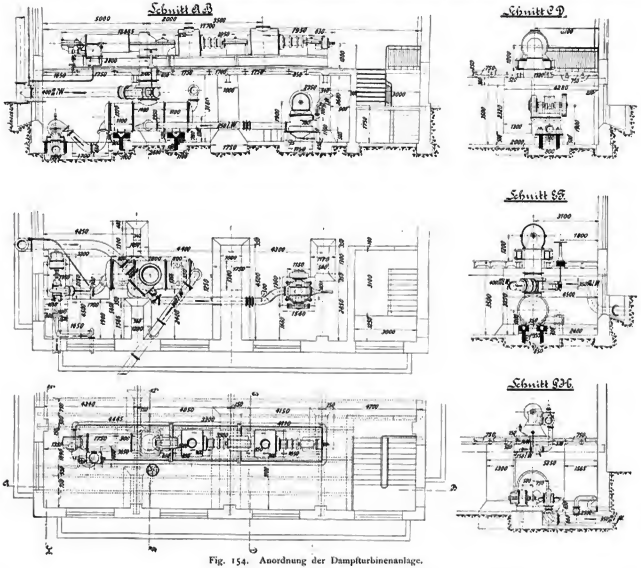


Fig. 154. Anordnung der Dampfturbinenanlage.

gleichzeitig vorgenommen, und zwar am 13. Juni 1906. Für diese Versuche waren alle vier jetzt aufgestellten Kessel im Betriebe. Der gesamte von ihnen erzeugte Dampf wurde, abgesehen von dem Dampfverbrauche der Kesselspeisepumpe, für den Betrieb der Dampfturbine verwendet. Die Dynamos wurden durch einen Wasserwiderstand belastet. Für die Vornahme der Versuche waren die Normen des Vereines deutscher Ingenieure und die Normalien des Verbandes deutscher Elektrotechniker maßgebend.

Nachdem ein Vorversuch am 12. Juni ohne Störung abgelaufen war, wurde der Hauptversuch am 13. Juni vor-

Fig. 155. Ansicht des Turbo-Maschinensatzes.

Fig. 156. Ansicht der Kondensationsanlage.

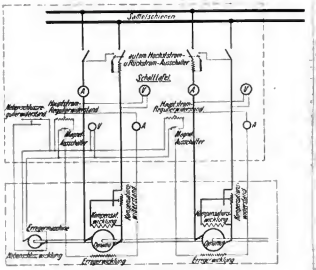


Fig. 157. Schaltungsschema des Kraftwerkes.

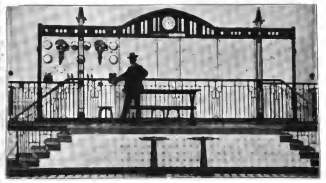


Fig. 159. Ansicht der Schalttafel.

genommen. Der eigentliche Versuch mit den Dampfkesseln wurde vormittags 9 Uhr 13 Min. begonnen und nachmittags 7 Uhr 5 Min. beendet. Die bei der Kesselprüfung erhaltenen Werte sind in der Tabelle 1 zusammengestellt. Die Menge des den Kesseln zugeführten Speisewassers wurde durch Wägung ermittelt. Bei der Dampfturbine wurde das Kondensat ebenfalls gewogen. Die Ablesungen an den Meßinstrumenten für die Dampfturbine wurden alle 10 Minuten vorgenommen. Mit der Untersuchung der Dampfturbine wurde bereits um 7 Uhr 34 Min. begonnen. Es wurden, um bei event. Störung in den Versuchen für die Turbine zu Ergebnissen zu gelangen, drei Abschlüsse gemacht. Die erhaltenen Werte sind in der Tabelle 2 zusammengestellt. Dieselbe ist ohne weiteres verständlich. Bemerkt soll nur werden, daß die Belastung die Nutzbelastung der Generatoren an den Maschinenklemmen darstellt. Die Erregung der Maschine wurde durch die Erregermaschine, welche auf der Welle der Turbine sitzt, geliefert; diese Arbeit hat also die Turbine abgegeben und ist bei dem Versuche nicht berücksichtigt, da sie als Verlust von der Turbine getragen

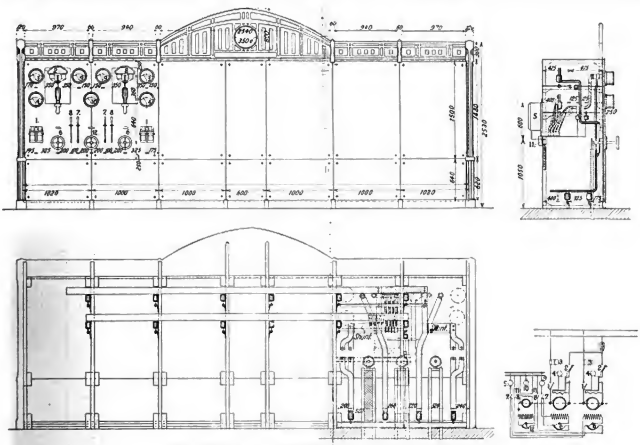


Fig. 158. Konstruktion der Schalttafel und Anordnung der Apparate.

1. Einpoliger Kniehebelschalter 1000 Amp.
2. Komb. Höchst- und Rückstromautomat 1500 Amp.
3. Hitzdrahtstromzeiger mit Shunt 2500 Amp.
4. Hitzdrahtspannungszeiger 250 Volt.
5. Zweileiterwattstundenzähler, 4000 Amp., 220/250 Volt
6. Magnetfeldregulator.
7. Einpol. Hebelausschalter für ind. Stromkreise 60 Amp.
8. Einpol. Arretierschalter 60 Amp.
9. Hitzdrahtstromzeiger 80 Amp.
10. Hitzdrahtspannungszeiger 60 bis 300 Volt.
11. Zweipol. Sicherung 130 Amp.
12. Regulierwiderstand.

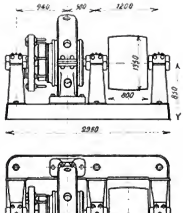


Fig. 160. Maßskizze eines 250 PS Gleichstrommotor, 300 Umdr., 220 Volt für Walzwerkbetrieb.

werden muß. Die Kondensationsarbeit ist nicht abgezogen, sie ist aber aus der Tabelle zu ersehen und kann bei event. Vergleichen berücksichtigt werden. Um die einzelnen Dampfverbrauchswerte miteinander vergleichen zu können, sind diese auf einen gemeinsamen Grundwert zurückgeführt, und zwar auf eine Dampfspannung von 12 Atm., auf eine Dampftemperatur von 275° C und auf ein Vakuum von 95%. Die Umrechnung ist nach Angabe der Firma Brown, Boveri & Co. gemacht.

Am 16. Juni wurden zwei einstündige Versuche bei einer Belastung von 230 KW und bei erregtem Leerlaufe vorgenommen. Die hierbei gefundenen Werte sind ebenfalls in der Tabelle 2 enthalten. Auf dem Prüffelde in Mannheim wurden die in Tabelle 3 zusammengestellten Werte gewonnen.

Da der Hauptversuch an den Kesseln und an der Turbine an demselben Tage vorgenommen wurde, wurden die Messungen so eingerichtet, daß eine Vergleichung der beiden Wassermessungen (Speisewasser und Kondensat) möglich war; in der Tabelle 4 sind die diesbezüglichen Werte zusammengestellt. Die hier angegebenen Mittelwerte beziehen sich auf die ganze Versuchsdauer an der Kesselanlage. Nach dieser Messung erhält man einen Dampfverbrauch von 8,2 kg pro KW.St. Zu berücksichtigen ist allerdings hier, wie bereits angegeben, daß der Dampfverbrauch der Speisepumpe hierin mit enthalten ist. Leider ließ sich der Versuch nicht so ausführen, daß der Dampf für die Speisepumpe anderweitig beschafft werden konnte.

Von der Lieferantin des Turbogenerators war unter Zugrundelegung einer Dampfspannung von 12 Atm. und einer Dampftemperatur von 275° C ein Dampfverbrauch von 9,3 kg bis 900 KW, von 9,6 bis 800 KW und von 12,1 bis 400 KW Belastung garantiert. Das Kühlwasser sollte eine Temperatur von 15° C haben.

Bei der Beurteilung des Dampfverbrauches der Turbine ist noch zu berücksichtigen, daß dieselbe mit zwei Dynamomaschinen von halber Leistung gekuppelt war. Der Wirkungsgrad dieser Dynamos ist nach Angabe der Firma Brown, Boveri & Co. 90%.

Würde eine Maschine verwendet sein, so würde der Wirkungsgrad dieser höher sein und etwa 92% betragen; der Dampfverbrauch würde sich also entsprechend verringern und man würde bei voller Belastung von 900 KW ohne Kondensationsarbeit einen Dampfverbrauch von 7,95 kg pro KW.St. und mit Kondensationsarbeit einen solchen von 8,1 kg erhalten. Reehnet man diese Werte unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades der größeren Dynamo pro eff. PS und Stunde um, so würde sich ein Dampfverbrauch von 5,37 kg pro eff. PS und Stunde bzw. 5,47 kg ergeben. Da der mechanische Wirkungsgrad einer entsprechenden Dampfmaschine ca. 91% betragen würde, so entspräche dieser Verbrauch einem Dampfverbrauch von 4,89 kg bzw. 4,98 kg pro ind. PS und Stunde.

An den Dynamos wurden eingehende Temperaturmessungen vorgenommen. Für eine Maschine sind die Werte in Tabelle 5 zusammengestellt. Zu der Tabelle 3 ist zu bemerken, daß sieh bei dem Versuche herausstellte, daß das Thermometer durch die ausstrahlende Wärme der Maschine beeinflußt wurde. Es wurde gegen Ende der Versuehe ein weiteres Thermometer aufgehängt, dasselbe zeigte die Temperatur (Tabelle 5) der zuströmenden Luft. Diese Temperatur ist der weiteren Berechnung zugrunde gelegt. Die Temperaturerhöhung der Magnete betrug 55,7° C. Bei der zweiten Dynamo betrug die Temperaturerhöhung unter denselben Verhältnissen 54,1° C. Die Temperaturerhöhung der Magnetwicklung der Erregerdynamo war bei diesem Versuche 45,3°. Durch Thermometermessung wurde die Temperatur der zweiten Dynamo am Ende des 12 stündigen Versuches (Belastung im Mittel ca. 450 KW) ermittelt. Die Übertemperaturen betrugen hier beim Magneteisen 33,4° C und beim Kollektor 37,4° C.

In der Tabelle 6 sind die Werte über Leerlaufcharakteristik und der Spannungsabfall zusammengestellt.

Am 14. Juni 1906 wurde die Turbine bezüglich ihrer Regelbarkeit mit einem Hornschen Tachographen untersucht. Bei plötzlicher Entlastung von 870 KW auf Null war die Drehzahlerhöhung knapp 3%. Um die Einwirkung des Sicherheitsreglers festzustellen wurden die Drehzahlen soweit erhöht, bis dieser Regler das Schnellschlußventil zum Abschluß brachte. Dieser Abschluß wurde bei einer Drehzahlerhöhung von 82 erreicht.

Tabelle 1. Verdampfungsversuch in der Kesselanlage.

Kessel No.	1	4.
Heizfläche. Kessel (wasserführte) qm	404	Leistungsversuch mit 4 Flammrohrkesseln ausgerüstet mit Überhitzer, Feuerung: Mechan. Wurfapparate Munkner.
Rostfläche (Kessel)	12,48	
Verhältnis von Rostfläche zu Heizfläche	1 : 32,3	

Hauptversuch am 13. Juni 1906, Dauer: 9 Std. 52 Min.
(Brennstoff: Deutsche Gasflammkohle 2Zollvereins. Nuß III.)

verheizt im ganzen	kg	10084
» in der Stunde	»	1022
» » » auf 1 qm Rostfläche	»	81,8
» » » » 1 qm Heizfläche	»	2,53
Rückstände: im ganzen	»	485
in Hundertteilen des verheizten Brennstoffes	%	4,81
Verbrennliches (Kohlenstoff) in denselben	»	23,7
Speiseweiser: verdampft im ganzen . .	kg	77859
verdampft in der Stunde	»	7899
» » » auf 1 qm Heizfläche	»	19,5
Temperatur	°C	10,23
Dampf: Überdruck	kg/qcm	12,03
Temperatur hinter dem Überhitzer . .	°C	263,5
Erzeugungswärme im Kessel	WE	654,66
» » Überhitzer . . .	»	40,96[1])
» zusammen	»	695,62
Heizgase am Kesselende:		
Kohlensäuregehalt	%	13,3
Sauerstoffgehalt	»	5,6
Luftüberschuß	»	4,0
Temperatur	°C	294
Verbrennungsluft Temperatur . . .	»	25,0
Zugstärke: am Kesselende	mm WS.	10,5
Verdampfung:		
a) 1 kg Brennstoff verdampfte Wasser . .	kg	7,72
b) ber. auf Dampf von 100° C aus Wasser von 0° C	»	8,43

[1]) Spezifische Wärme des überhitzten Dampfes nach Knoblauch und Jakob (vgl. Z. d. V. D. I., Jahrgang 1907, Heft 3 und 4).

Wärmebilanz.

	WE.	%
Nutzbar gemacht zur Dampfbildung:		
a) im Kessel	5054	67,9
b) im Überhitzer	316	4,2
zusammen	5370	72,1
Verloren:		
a) in den Rückständen	90	1,2
b) an freier, m. d. Gasen n. d. Schornstein abz. Wärme	1079	14,5
c) d. Leitung, Strahlung, Ruß, unverbr. Gase etc. als Rest	903	12,2
Summe = Heizwert des Brennstoffes	7442	—

Die neue Anlage ist seit Mai 1906 im Betriebe; dieselbe hat nach Angabe der Werksverwaltung bis jetzt ohne Störung zur größten Zufriedenheit gearbeitet.

Die kalorimetrische und chemische Untersuchung der Kohlen- und Rückständeprobe wurden im Laboratorium von Dr. D. Aufhäuser in Hamburg ausgeführt.

Die chemische Untersuchung ergab: Flüchtige Bestandteile (ohne Wasser) 23,7 %, Asche 5,61 %, Wasser 4,30 %, Kohlenstoff 79,04 %, Wasserstoff 4,34 %.

Tabelle 5.

Bestimmung der Temperaturerhöhung einer Hauptdynamo.

Zeit	Belastung: Volt	Amp.	KW	Magnete: Volt	Amp.	Ohm	Temperaturen in °C: T_1	T_2	T_3	T_4	Drehzahlen
						2,55	18		18		
6^{30}	230	1850	442	66	23,6	2,8	17	31	21		2165
7^{00}	240	1760	422	70,0	24,0	2,92	18	37,3	24,2		2170
	240	1850	444	72,5	24,1	3,01	19,5	43,0	25,5		2155
8^{00}	240	1800	432	73,0	23,7	3,08	20,5	45,8	26,5		2160
	240	1800	432	73,2	23,6	3,10	21,6	47,4	27,2		2160
9^{00}	242	1900	460	75,2	24,1	3,12	22,0	49,1	29,0		2155
	242	1920	466	75,2	23,8	3,16	22,5	50,5	30,8		2150
10^{00}	240	1900	456	75,0	23,6	3,18	23,8	51,8	31,0		2150
	244	1760	429	77,0	24,1	3,20	24,9	52,1	31,8		2150
11^{00}	242	1810	438	76,1	23,8	3,20	25,5	54,0	32,0		2140
	241	1800	434	77,1	24,0	3,21	25,0	54,8	32,0	28	2150
12^{00}	244	1750	427	75,6	23,5	3,22	26,7	55,0	33,0	28	2150
	Mittel		440								

Bemerkung: T_1 Temperatur im Maschinenhause,
T_2 " der aus der Dynamo strömend. Luft,
T_3 " in die " "
T_4 " " " " "

Tabelle 2.

	Dampfspannung am Kesselventil	Dampftemperatur am Kesselventil	Vakuum	Drehzahlen	Gewicht des Kondensates + Kühlwasser auf 1 Stunde	Belastung in KW	Dampfverbrauch pro KW-St., gemessen	Dampfverbrauch pro KW-St. umgerechnet auf Dampf von 12 Atm. abs. bei 275° C u. 95 % Vak.	Verbrauch der Kondensat.-pumpe KW	Verbrauch der Kühlwasser-pumpe KW	Temperaturen in °C des Kondensates	des Kühlwassers: Zufluß	des Kühlwassers: Ablauf	des Ölkühlwassers: Zufluß	des Ölkühlwassers: Ablauf	Temperaturunterschied für Ölkühlung in oben	Ölstand in Atm.	Temperatur des erhitzten Öles
13. VI. 1906 7 Uhr 34 Min. bis 11 Uhr 34 Min.	11,0	274	71,8	2111	7397,4	898,3	8,23	8,13	4,3	13,5	34	18,4	30	10	20	Der mittlere	2,3	43,6
13. VI. 1906 11 Uhr 39 Min. bis 3 Uhr 34 Min.	11,1	257	71,6	2108	7741,0	909	8,51	8,15	4,3	13,8	35	18,1	30	10	20	stund-licher Wasser-verbr.	2,1	43,8
13. VI. 1906 3 Uhr 42 Min. bis 6 Uhr 44 Min.	11,0	260	70,2	2103	7834,0	907,7	8,63	8,03	4,1	12,5	40	18,4	33	10	24	Für diese 1 Werte war 1,7 ohm	2,1	44,2
14. VI. 1906 9 Uhr 18 Min. bis 10 Uhr 18 Min.	11,4	229	73,5	2100	2715	233,6	11,62	11,13	4,0	12,6	25	—	22	—	—	—	2,4	41,4
14. VI. 1906 10 Uhr 26 Min. bis 11 Uhr 26 Min.	11,7	705	73,9	2100	892	—	—	—	3,8	13,1	23	—	—	—	—	—	2,6	41,2

Tabelle 3.

Dampfspannung am Einlaßventil in Atm.	11,76	11,92	12,12	12,04
Dampftemperatur am Einlaßventil in °C	311,8	308	296,6	295,6
Vakuum	70,70	70,84	72,60	72,80
Drehzahlen	2100	2100	2100	2100
Belastung in KW	909,4	868,1	641	424
Dampfverbrauch pro St. in kg . . .	7214	6572	5255	3796
Dampfverbrauch pro KW.St. in kg. .	7,93	8,14	8,20	8,95
Dampfverbrauch bezogen auf Dampf von 12 Atm. und 275° C bei 95 % Vakuum in kg	8,15	8,30	8,65	9,45

Tabelle 4. Versuch 13. VI. 1906. Versuchsdauer (9 Uhr 13 Min. bis 7 Uhr 5 Min.) 9 Stunden 52 Min.

Dampfspannung an den Kesseln in Atm. . . .	12,03[1])
Dampftemperatur an den Überhitzern in °C . .	263,5[2])
Verdampftes Speisewasser insgesamt	77859 kg
pro Stunde	7891,1 kg
Belastung in KW	905,5
Dampfspannung am Einlaßventil der Turbine in Atm.	11,13
Dampftemperatur am Einlaßventil der Turbine in °C	260,3[3])
Vakuum	71,2
Dampfverbrauch pro KW.St. gemessen in kg .	8,71[4])
Dampfverbrauch pro KW.St. umgerechnet auf Dampf von 12 Atm. und 275° C bei 95 % Vakuum . .	8,2[4])

[1]) Kessel I 11,97, Kessel II 12,01, Kessel III 12,10, Kessel IV 12,03. Bem.: Kessel I liegt der Turbine am nächsten.
[2]) Kessel I 252,4, Kessel II 272,3, Kessel III 257,5, Kessel IV 272,0.

Tabelle 6.

a) Leerlaufcharakteristik.

Volt	Amp. Erregung	Drehzahl	Bemerkung
169	14	2170	Ohne Bürsten-verstellung
193	16,4	2170	
206	17,6	2170	
223	19,3	2170	
240	21,0	2170	
251	22,1	2170	
265	23,5	2170	
272	24,5	2170	

b) Spannungsabfall.

Volt Belastung	Amp. Erregung	Drehzahl	Bemerkung
241	1900	24	2150	Ohne Bürsten-verstellung
244	1750	23,5	2150	
250	1500	24,0	2130	
254	1100	24,0	2130	
259	700	24,0	2130	
264	—	24,0	2130	

[3]) Der Temperaturabfall zwischen Überhitzer und Turbine erscheint zu gering. Bestimmte Erklärungen auf Grund der bei den Versuchen gemachten Beobachtungen können indessen nicht gegeben werden.
[4]) Dampfverbrauch der Kesselspeisepumpe eingeschlossen.

Notizen über elektrische Einzelantriebe.[1]

Von Wilhelm Kübler.

Die Frage der Einzelantriebe hat vor längerer Zeit bereits wiederholt zu Erörterungen Veranlassung gegeben.[2] Gegen die erschienenen Publikationen ist teilweise der Vorwurf erhoben worden, daß sie von »Interessenten« ausgegangen seien. Es sei daher betont, daß hier jede einseitige Rücksicht auf irgendwelche Interessen ausgeschaltet bleiben soll. Bei jeder Art Antrieb sind aber natürlich für die Beurteilung die technischen und die wirtschaftlichen Gesichtspunkte zu beachten. Dabei genügt es nicht, beliebige Versuche als Beleg anzuführen, es muß vielmehr geprüft werden, ob man aus den Beobachtungen auf die grundsätzlichen Eigenschaften des einen oder anderen Antriebsmittels schließend feststellen kann, was erreicht ist und was erreichbar erscheint. Letzteres bei Neuausführungen zu berücksichtigen, ist die Pflicht der Ingenieure. Einseitige Betonung der nur wirtschaftlichen Fragen ist mindestens ebenso falsch wie deren völlige Vernachlässigung, zumal sie, lediglich auf den Antrieb allein angewendet, zu irriger Beurteilung der allein interessierenden Frage: »Gewinnt die Wirtschaftlichkeit des Betriebes als Ganzes?« führt.

Würde allgemein richtig disponierter elektrischer Einzelantrieb durchgeführt sein, so würde man sich aus betriebstechnischen und bautechnischen Gründen sicherlich nur sehr schwer entschließen, allgemein zur Transmission oder zum Gruppenantrieb überzugehen, weil dadurch unter allen Umständen, weil durch das Wesen der Transmission begründet, bedingt würde:

Umstellung der Arbeitsmaschinen mit Rücksicht auf die Transmission,

Abänderung der Transportmittel, namentlich der schnellaufenden Laufkrane,

Verstärkung der Gebäudewände oder Einführung besonderer Träger für die Transmission,

gänzliche Aufgabe der ferneren Ausnutzung mancher Arbeitsräume als solche wegen der Unmöglichkeit der Anbringung einer Transmission in ihnen,

Einführung zahlreicher, vorher nicht erforderlicher Vorgelege,

Veränderung der Beleuchtung der Arbeitsräume; namentlich der künstlichen Beleuchtung,

Aufgabe der Möglichkeit einfacher Meßverfahren und daher einfacher Aufsicht,

Einführung erheblich vermehrter Wartung, zum Teil wegen des unvermeidlich höheren Materialverschleißes,

ungünstige Beeinflussung des Werkstattbildes,

erhöhte Gefahren für die Arbeiterschaft,

der Zwang, das Werkstück zur Werkbank zu bringen, also Aufgabe der Möglichkeit des umgekehrten Verfahrens,

Erschwernis der Regulierung der Geschwindigkeit der Bearbeitungsmaschinen,

Beschränkungen in der Wahl der Hauptbetriebsmaschine, z. B. Infragestellung der Möglichkeit, Dampfturbinen vorzuschen, Gas- oder Dieselmotoren zu benutzen etc.,

bei wirtschaftlicher Anlage Erschwerung der Bereithaltung von Reserven für den Hauptantrieb und Notwendigkeit, Antriebsmaschinen für den Maximalbedarf und nicht solche für den Durchschnittsbedarf laufen zu lassen,

Beschränkung in der Auswahl des Aufstellungsortes für die Hauptbetriebsmaschinen,

Notwendigkeit, für gewisse Transportmittel doch elektrischen Betrieb beizubehalten, daher dauernd eine durch den intermittierenden Betrieb verhältnismäßig schlecht ausgenutzte Primärdynamo mitlaufen zu lassen usw.

Dem würde als Gewinn lediglich gegenüberstehen:

leichte Verständlichkeit des Triebwerkes auch für ganz mäßig gebildetes Personal, oder wenigstens der äußerlichen Anschauung zugänglichen Bedingungen für die Möglichkeit seiner Bewegung,

Möglichkeit, Reparaturen im Notfalle durch eine beliebige Schmiede oder Schlosserei ausführen zu lassen.

Beim Vorschlag, zur Transmission überzugehen, würde als weiterer Vorteil selbstverständlich behauptet werden, daß in wirtschaftlicher Hinsicht Ersparnisse zu machen seien. Es würde ausgeführt werden, daß der Elektromotor größere Verluste verursacht als eine Transmission. Hiergegen hätte vielleicht vor zehn Jahren von nicht ganz sachverständiger Seite nicht erfolgreich angekämpft werden können. Gegenwärtig gilt folgende Wirkungsgradtabelle für Niederspannung und gute Durchschnittsware:

		3/4 Last %	1/2 Last %	1/4 Last %	1/8 Last %
1	PS-Motor	80	81	82	79
2	PS-Motor	85	85	86	83
3	PS-Motor	86	86	87	84
4	PS-Motor	86	86	87	84
5	PS-Motor	87	87	88	85
6	PS-Motor	87	87	88	85
7,5	PS-Motor	87	87	88	85
10	PS-Motor	88	88	89	86

Dies sind keine Grenzwerte; die Elektromaschinenfabriken würden in der Lage sein, die Werte nicht unerheblich zu verbessern. Sofern sich die Tendenz zeigt, nur überbillige Marktwaren erzeugen zu können, diese Wirkungsgrade herabzusetzen, bedeutet sie eine nicht im Wesen der Sache, sondern in kommerziellen Einflüssen begründete vorübergehende Krankheitserscheinung.

Ob sich hiermit verglichen eine Transmission, insbesondere bei Dauerbetrieb, ganz allgemein vorteilhafter erweisen würde, darf bezweifelt werden. Bei der Nachprüfung von Fall zu Fall wäre zu beachten, daß in sehr vielen Fällen der Elektromotor die Bearbeitungsmaschine direkt (durch biegsame Kuppelung), in den meisten übrigen Fällen durch einfachen Riemen (Lenixgetriebe od. dgl.) antreiben kann, wo bei Transmission einfaches

[1] Zu seinen im Bezirksverein Deutscher Ingenieure an der Lenne am 8. November gehaltenen Vorträge.

[2] Es empfiehlt sich, für das Studium der Frage des zweckmäßigsten Antriebes zu lesen:

E. Hartmann, »Über Anwendung elektrischer Kraftübertragung«, Elektrotechn. Zeitschr. 1892, S. 657 u. ff.

Richter, »Über elektrische Einzelantriebe«, Elektrotechnische Zeitschr. 1893, S. 141.

Lasche, »Die elektrische Kraftverteilung in den Maschinenbauwerkstätten der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft«, Z. d. V. D. I. 1899, S. 113.

Lasche, »Elektrischer Einzelantrieb und seine Wirtschaftlichkeit«, Z. d. V. D. I. 1900, S. 1189.

Striebeck, »Die wesentlichen Eigenschaften der Gleit- und Rollenlager«, Z. d. V. D. I. 1902, S. 141.

Eberle, »Transmission oder Elektromotor?«, Zeitschrift des Bayerischen Dampfkesselrevisionsvereins 1900, S. 104.

Schnetzler, »Elektrischer Antrieb der Spinnmaschinen«, Elektr. Kraftbetriebe und Bahnen 1907, S. 364.

Kammerer, »Vergleichende Versuche an Aufzugsanlagen«, Elektr. Kraftbetriebe und Bahnen 1906, S. 320.

Kammerer, »Versuche mit Riemen und Seiltrieben«, Z. d. V. D. I. 1907, S. 1086.

oder gar doppeltes Vorgelege notwendig wird. Dabei kann ferner im elektrischen Einzelantrieb ohne Schwierigkeit hohe Riemengeschwindigkeit und dauernd richtige Riemenspannung erreicht werden, was bei Transmissionen keineswegs ohne weiteres, manchmal gar nicht möglich ist. Wird aber die Riemenspannung nicht richtig gewählt und erhalten, so sinkt der Transmissionswirkungsgrad auf sehr niedrige Werte.

Es wäre nun irrig, wirtschaftliche Vergleiche unter der Annahme dauernder Inbetriebhaltung der Arbeitsmaschinen durchführen zu wollen, da es solche Dauerbetriebe schlechterdings nicht gibt. Ohne mehr verallgemeinern zu wollen, als zulässig ist, nenne ich hier Zahlen, die durch genaue Beobachtung einer von früh bis spät arbeitenden Tischlerei gefunden wurden, deren Aufgabe es ist, in Massenfabrikation Normalteile für Möbel zu liefern.

Es wurden dort ausgenutzt durch Bearbeitung des Holzes während eines Jahres:

die Absaugevorrichtung	. .	2600 St.
» Abrichtmaschine	. . .	1070 »
» große Kreissäge	. . .	2250 »
» erste Schleifmaschine	.	1780 »
» zweite »	. .	990 »
» dritte »	. .	915 »
» erste Fräsmaschine	.	910 »
» große Hobelmaschine	.	753 »
» Stemmaschine	. . .	728 »
» Abkürzsäge	. . . .	720 »
» kleine Hobelmaschine	.	665 »
» zweite Fräsmaschine	. .	527 »
» Bandsäge	. . . .	408 »
» kleine Kreissäge	. . .	350 »
» Schlitzmaschine	. . .	328 »

Wird angenommen, daß entsprechend der Benutzungszeit der Absaugevorrichtung im ganzen 2600 St. gearbeitet wurde — in Wahrheit wurde etwas länger gearbeitet — und daß eine Transmission gelaufen wäre, die nur 30% der Nutzleistung[1]) für sich verbrauchte, so ergibt sich bei dem Gesamtverbrauch (sonst gewöhnlich mit unkorrektem Ausdruck »Kraftbedarf« genannt) der Arbeitsmaschinen von 63,5 PS an ihren Antriebsscheiben für die Transmission ein solcher von 19 PS während 2600 St., also 49400 PS St. im Jahr; demgegenüber ergibt sich bei Einzelantrieb unter der sehr zu ungunsten der Elektromotoren übertriebenen Annahme eines gleich großen Wirkungsgrades von nur 70% für die Elektromotoren, Leitung etc., da dort der Motor in den Pausen zugleich mit der Arbeitsmaschine stillgesetzt wird, nur ein Verlust von rd. 28000 PS St., d. i. eine Ersparnis von 21400 PS St., also 43,5%, oder bei Annahme eines direkten Unkostenpreises von nur 3 Pf. für die PS St. eine Ersparnis von M. 642 (entsprechend zu 4% einem Kapital von rd. M. 16000). Dies Resultat ist deshalb erwähnenswert, weil es — ohne jede Schönfärberei zugunsten elektrischen Einzelantriebes — aus einem nur mäßig großen Betrieb hergeleitet ist, der seiner ganzen Eigenart nach auf intensivste Ausnutzung seiner Betriebsmittel Bedacht nimmt. (Es wurde von anderer Seite fast Gleiches für eine Schleiferei festgestellt.[1])

Zugunsten des Einzelantriebes ist ferner noch geltend zu machen, daß der Gesamtwirkungsgrad von 70% leicht zu erreichen ist und auch bei geringer Belastung des Motors sich erhält, da, während nur ein Teil der Verluste konstant bleibt, der Verlust auf der Leitung und innerhalb der Wicklung der Motoren mit abnehmender Leistung abnimmt, und zwar proportional dem Quadrate des Stromverbrauches. Eine entsprechende Abnahme des Transmissionsverlustes findet dagegen nicht statt.

Hohen Wirkungsgrad bei elektrischem Einzelantrieb erreicht man zunächst durch gute Motoren; man kann aber weiter noch höheren Wirkungsgrad dadurch erreichen, daß man die Art und Weise verbessert, in der die Bearbeitungsmaschine angefaßt wird, und muß daher diesen Weg gehen. Das heißt, beste Ergebnisse sind nur bei richtigem Zusammenbau von Motor und Bearbeitungsmaschine unter Beseitigung aller unnötigen Zwischenglieder zu erzielen. Es muß festgestellt werden, daß in dieser Hinsicht unglaublich viele und sehr grobe Fehler gemacht werden. Dafür finde ich nur die Erklärung, daß, durch die herkömmliche Trennung von sog. allgemeinen Maschinenbau und Elektromaschinenbau bereits auf den Lehranstalten, bisher die Ausbildung des Verständnisses für den Elektromotor bei der überwiegenden Mehrzahl der Maschineningenieure eine unzureichende geblieben ist. Durchgreifende Änderung der Lehrpläne ist daher — nicht zum geringsten im Hinblick auf den Wettbewerb des Auslandes — unerläßlich gewesen. (Vgl. die neuen Lehrpläne der Techn. Hochschulen Charlottenburg und Dresden.)

Guter Zusammenbau bedingt Rücksichtnahme auf den Antrieb beim Entwurf der Bearbeitungsmaschine, Wahl vernünftiger Umdrehungszahlen, richtige Bemessung der Schwungräder bei Maschinen für periodisch wechselnde Kräfte (Stanzen, Pumpen, Kompressoren usw.), die das Auskommen mit Motoren für wenig mehr als die Durchschnittsleistung gestatten. Es ist bezeichnend, daß, wie ich selbst wiederholt feststellen mußte, manche Werkzeugmaschinenfabriken sich über den »Kraftbedarf« ihrer Maschinen durchaus nicht klar sind und deshalb größere Motoren verlangen, als nötig wären. Ebenso sind sie sich nicht immer über die zweckmäßigsten Geschwindigkeiten klar. In einer von mir projektierten größeren Fabrikanlage stieß mein Verlangen, ein Deckenvorgelege behufs Vermeidung von unnötigen Übersetzungen direkt mit einem Motor für 1000 Umdr. zu kuppeln, auf heftigsten Widerstand; nachdem ich die Ausführung durchgesetzt hatte, ist sie beliebt geworden! Eine Bandsäge sollte nach dem Willen des Fabrikanten um keinen Preis mit mehr als 500 Umdr. angetrieben werden; sie läuft nunmehr, da ich nicht nachgab, seit mehr als zwei Jahren mit 750 Umdr., direkt mit einem Drehstrommotor gekuppelt. Sehr fehlerhaft ist auch die Ausführung der meisten Schleif- und Poliermaschinen, die durch die unglückliche Ausgestaltung des Lagerbockes direkte Kuppelung unmöglich macht.

Auf der anderen Seite müssen aus der großen Zahl verschiedenartiger Elektromotoren die für die jeweilig vorkommenden Aufgaben passenden unter Beachtung ihrer charakteristischen Eigenschaften ausgesucht werden: ein Motor, der auf nahezu gleichbleibende Geschwindigkeit reguliert (Nebenschlußmotor), ist oft nicht das Richtige für den Antrieb von Maschinen, die gelegentlich Überlastungen erfahren, die die aufzuwendende Kraft auf

[1]) Dieser Wert entspricht den Angaben von Eberle in der eingangs erwähnten Arbeit und beruht auf Indikatorversuchen, hat also eine gewisse Unsicherheit. Anderweitig nach anderen Methoden angestellte Messungen ergaben noch geringere Werte, doch soll von ihnen hier nicht einseitig Gebrauch gemacht werden. Grundsätzlich ist lediglich festzustellen, daß 70% Wirkungsgrad für Transmissionen einen hohen Wert darstellen, gegen den Abweichungen zu erwarten sind, je nachdem, ob alle Riemenspannungen richtig sind, ob Wellenunterbrechungen vorkommen, ob die Transmission schon einige Stunden läuft oder nicht usw.

[1]) Weiteres über die Benutzungszeiten in Werkstätten vgl. »Die deutschen Städte«, Leipzig, Brandstetters Verlag, S. 264.

ein vielfaches der normalen steigern (Drahtzüge, Walzenzüge u. dgl.; Doppelschlußmotor besser!).

Es ist grundsätzlich falsch, Wendegetriebe irgendwelcher Art vorzusehen, wenn die Umkehrung der Drehrichtung durch Umsteuerung des Elektromotors bewirkt werden kann. Es ist weiter grundsätzlich falsch, Maschinen für z. B. 1400 Umdr. zu bauen und sie durch Riemenvorgelege hindurch von einem Motor von 1500 Umdr. antreiben zu lassen, wo Veränderung der Drehzahlen in dem Sinne, daß direkte Kuppelung möglich wird, eine Kleinigkeit ist. Wenige Fabriken beachten aber, daß Drehstrommotoren im Anschluß an ein gegebenes Netz nur für bestimmte Drehzahlen gebaut werden können, und daß deshalb die Werkzeugmaschine nach dem Elektromotor zu konstruieren ist und nicht umgekehrt!

Ferner ist noch besonders zu betonen, daß bei Konstruktion vieler Werkzeugmaschinen der Möglichkeit, magnetische Einspannvorrichtungen anzuordnen, zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt wird.

Erst nach Beachtung dieser und ähnlicher Überlegungen kann die Frage diskutiert werden, ob Werkstätten mit Transmissionsantrieb mit geringeren Anschaffungskosten hergestellt werden können als solche mit Einzelantrieben. Unzulässig ist die kritiklose Gegenüberstellung beliebiger Kostenanschläge, bei denen nicht ersichtlich ist, welche gegenseitigen Abmachungen, Provisionszusicherungen usw. von Einfluß gewesen sind.

Auch bei objektiver Betrachtung würden noch vor wenig Jahren viele Vergleiche zuungunsten des Einzelantriebes ausgefallen sein. Die Preise der Elektromotoren sind aber inzwischen sehr herabgegangen (trotzdem arbeiten wenigstens mittlere Elektromotorenfabriken mit angemessenem Gewinn).

Ein normaler 1 PS-Drehstrommotor kostete im Jahre 1900 lt. Preisliste ca. M. 450, er kostet jetzt M. 160.

Beim Einzelantrieb erhalten alle Maschinen, die Geschwindigkeitsveränderungen nicht erfordern, am besten bis zu Leistungen von 6 PS Antrieb durch Drehstrommotoren mit Kurzschlußanker. Diese Motoren gelten vielfach als unzuverlässig hinsichtlich des Anlaufens unter Last, sind es aber bei richtiger Disposition der Anlage nicht. Anderseits sind sie erheblich billiger als z. B. Gleichstrommotoren, wie folgende Gegenüberstellung zeigt:

Leistung	Drehstrom	Gleichstrom
PS	M.	M.
0,5	110[2])	180 + 24[1]) = 204
1	160	250 + 24 = 274
2	230	360 + 31 = 391
3	260	440 + 40 = 480
4	300	510 + 50 = 560
5	350	575 + 60 = 635
6	400	650 + 70 = 720

[1]) Für den Anlasser. — [2]) Anlasser nicht nötig.

Wechselstrommotoren (sog. Einphasenmotoren) werden, wenn man alles Zubehör einrechnet, noch teurer als Gleichstrommotoren.

Für kleine und mittlere Motoren, die in Drehstromanlagen laufen und weitgehende Regulierbarkeit der Geschwindigkeit haben sollen, empfiehlt sich entweder die Anwendung der Pohmschaltung (aus deren Ausbildung die Maschinenfabrik Oerlikon eine Spezialität gemacht hat) oder die Benutzung von Kommutatormotoren (z. B. nach Déri, wie sie von Brown, Boveri & Co. geliefert werden). Erstere gestatten nur eine stufenweise Geschwindigkeitsänderung, letztere eine allmähliche und beliebige. Aber die Derimotoren laufen mit Wechselstrom und sind in Drehstromanlagen deshalb zwischen nur zwei Leiter zu schalten; um hierbei genügende Symmetrie in der Anlage zu erhalten, ist eine entsprechende Verteilung der in Frage kommenden Motoren vorzunehmen. Große Motoren führe man als »Heylandgetriebe« aus. Weitgehend regulierbare Motoren verursachen natürlich — gerade wie Wechselgetriebe — erhöhte Anlagekosten.

Sobald die Werkzeugmaschinenfabriken von ihren Konstrukteuren Verständnis für elektrotechnische Aufgaben als eine wichtige und selbstverständliche Grundlage ihres Könnens voraussetzen, demgemäß ihre Maschinen hinsichtlich des Antriebes richtig entwerfen und den Antrieb von Hause aus mit ausführen oder mitliefern, sind die Montagekosten für den elektrischen Antrieb verschwindend klein, zumal wenn in jedem Falle auch die richtige Spannung und Stromart gewählt wird. Es ist unzweifelhaft, daß in dem Zeitpunkte, wo dieser Übergang sich vollzogen haben wird, auch alle zu weit gehenden Bestimmungen einzelner öffentlicher Elektrizitätswerke, die den Konstrukteur über Gebühr beengen, dem überwältigenden Drucke der öffentlichen Meinung weichen werden.

Die Montagekosten einer Transmission werden, falls die Montage mit Gewinn ausgeführt werden soll, wie es gesunden Arbeitszuständen entspricht, bei Einrechnung aller entstehenden Kosten, namentlich auch der Maurerarbeiten, immer erhebliche sein.

Der elektrische Einzelantrieb gestattet den Betrieb von Werkstätten im dauernden oder stundenweisen Anschluß an öffentliche Elektrizitätswerke, sobald diese einen vernünftigen Tarif machen. Er ermöglicht dann Ersparnis an Raum, Personal, Arbeitsverlusten u. dgl., und gestattet die Entwicklung bedeutender mechanischer Leistungen ohne jede Belästigung der Nachbarschaft (bekanntlich laufen sogar in Kirchen Elektromotoren). Zwar würden diese Vorteile auch bei Gruppenantrieb eintreten, aber nur unter Einschleppung eines großen Teiles der Nachteile, die ein Transmissionsbetrieb mit sich bringt. Hält man es in Anschlußanlagen für nötig, eine Reserve durch eine Wärmemaschine für den Fall des Versagens der Stromlieferung des Elektrizitätswerkes einzurichten, so kann diese bei Anlagen mit Einzelantrieben kleiner gehalten werden als bei Gruppenantrieben.

In diesem Zusammenhange muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß man bei Transmissionsanlagen in der Regel ohne Reserve arbeitet, die antreibende Maschine für die Maximalleistung ausführt und sie von früh bis spät laufen läßt. Hiergegen sind zwei Bedenken zu erheben:

1. Die Maximalbelastung tritt in vielen Werken nur ganz ausnahmsweise ein, die treibende Maschine läuft daher im allgemeinen mit Unterlast und deshalb nicht mit bestem Wirkungsgrad, oder es kommt zu dem anderen Extrem, das man häufig in älteren Werken findet, wo man zu einer Belastung die andere gefügt und die Antriebsmaschine durch Überlastung zu so unwirtschaftlichem Arbeiten gebracht hat, als es nur möglich ist, ohne es beim Mangel geeigneter Meßinstrumente zu erkennen.

2. Ein Versagen der antreibenden Maschine legt den ganzen Betrieb (unter Umständen auf Wochen) still. Außer dem Unternehmer erleiden dabei viele Arbeiter empfindliche Verluste. Es mag dahingestellt bleiben, wie weit, sofern bei einer neueren Anlage so etwas vorkommt, der Vorwurf erhoben werden kann, daß Menschen dadurch zu Schaden gekommen sind, daß gegen anerkannte Regeln der Technik« (Beschaffung der nötigen Reserve) verstoßen wurde.

Bei elektrischem Einzelantrieb (allerdings bis zu gewissem Maße auch bei Gruppenantrieb) wird in allen größeren Betrieben stets mit mehreren Generatoren gearbeitet, die nicht nur eine natürliche gegenseitige Reserve bilden, sondern auch gestatten, den Erfordernissen des Betriebes entsprechend, nur das an Maschinen in Dienst zu stellen, was gerade gebraucht wird.

Auch für die Einzelantriebe selbst ist die Bereitstellung der geringen erforderlichen Reserven leicht, sofern man die Auswahl der Motortypen richtig trifft, und sicher billiger als bei Gruppenantrieb. Moderne Elektromotoren werden so fabriziert, daß alle ihre Teile gegenseitig auswechselbar sind. Daß Einzelantriebe betriebsunsicherer wären und daher mehr Reserve brauchten als andere, ist eine Behauptung, die nur von jemand ausgehen kann, dem Erfahrung fehlt.

Es wird hin und wieder behauptet, daß man einen Einzelantriebmotor mit Rücksicht auf die verhältnismäßig seltenen Fälle der vollen Ausnutzung stets für größeren Verbrauch an PS wählen müsse, als die Werkzeugmaschinenfabrik bei Transmissionsantrieb nach dem Durchschnitt der Ausnutzung rechnet. Das ist wohl meist unrichtig. Denn die Elektromotoren gestatten sehr weitgehende Überlastungen für kurze Zeit; auch ist der Wirkungsgrad vieler Arbeitsmaschinen noch ein so niedriger, daß auch bei schwacher Beanspruchung der Verbrauch des Antriebes nahezu gleich dem bei voller Beanspruchung ist; bei den Maschinen, die anders geartet sind, lassen sich schließlich leicht Methoden angeben, um die Normalleistung des Motors und damit seinen maximalen Wirkungsgrad innerhalb gewisser Grenzen zu verschieben.

Es darf aber als ein außerordentlicher Vorzug des Elektromotors angesehen werden, daß er unzulässige Überlastungen, die nicht nur für den Motor, sondern erst recht für die Bearbeitungsmaschine schädlich sind, dadurch automatisch verhindert, daß er, entsprechend größere Stromstärken aufnehmend, die Sicherungen zum Ausbrennen bringt.

Diese Notizen sollen die Frage nicht erschöpfen. Sie sollen dazu beitragen, erkennen zu lassen, daß der Transmissionsantrieb und auch der Gruppenantrieb sicher nicht technisch, in den meisten Fällen auch nicht wirtschaftlich die besseren sind, daß aber Einzelantriebe zurzeit nur von »Elektromaschinenbauern« ausgeführt werden können. Da nun in vielen Fällen nachweislich und in noch mehr Fällen wahrscheinlich elektrischer Einzelantrieb eine Steigerung der Produktionsfähigkeit mit sich bringt, so sollte der Elektromaschinenbau von allen Maschineningenieuren studiert und ausgenutzt werden. Ich glaube, daß das sich von selbst machen wird, nur fragt es sich, wer dabei zur rechten Zeit den Anschluß findet und wer mit Verspätung!

Kleine Nachrichten.

Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

Die Stromversorgung von Buffalo U.S.A. von den Niagarafällen aus. Nach einem Berichte der Electrical World vom 29. Juni 1907, Heft Nr. 26, S. 1299 u. f. wird neuerdings auch das oberhalb der Niagarafälle auf kanadischer Seite gelegene Kraftwerk der Canadian Niagara Power Comp. neben dem auf amerikanischer Seite gelegenen der Niagara Falls Power Compagny zur Stromversorgung von Buffalo herangezogen.

In Buffalo sind 2 Haupttransformatorenunterwerke angelegt, A & B, die Eigentum der Cataract Power & Conduit Compagny sind. Der Station B wird jetzt auf dem kanadischen Ufer bei einer Entfernung von ca. 25,8 km durch zwei auf Stahlmasten verlegte Drehstromleitungen der Strom mit einer Spannung von 22000 Volt zugeführt. Die Strecke führt zunächst bis Fort Erie und von hier über den Niagara. Von der Station B aus erfolgt die Stromverteilung an 11 Transformatoren- und Unterstationen mittels unterirdisch verlegter Kabel bei einer Spannung von 11000 Volt.

Die Leistung, die das Werk B im vollem Ausbau abgeben soll, ist auf 36000 KW bemessen, doch sind zunächst nur 18000 KW installiert und zwar mit 6 Einphasen-Transformatoren zu je 3000 KW, Übersetzungsverhältnis 22000/11000 Volt, 50 Perioden. Die Transformatoren besitzen Ölisolation und Wasserkühlung und sind in einzelnen gemauerten Zellen aufgestellt. Die Schaltung von je 3 Einphasentransformatoren zu einem Drehstromtransformator ist in Dreieck ausgeführt.

Die Schaltanlage der Station, die sich über zwei Stockwerke erstreckt, ist insofern von Interesse, als daß eine vollständige räumliche Trennung der Pole vorgenommen ist, die Apparate in gesonderten Zellen untergebracht und die Leitungen in Kanälen verlegt sind.

Ganz besonders beachtenswert ist die Überkreuzung des Niagara. Da der Niagara bei Fort Erie (Bertie Hill) ca. 495 m breit ist, ein sehr starkes Gefälle und ein sehr zerklüftetes Bett besitzt, war die Ausführung der Überkreuzungsleitungen mittels Flußkabel nicht möglich. Noch ein zweiter Umstand war aber bei der Leitungsverlegung von Bedeutung, denn der Niagara ist an der Überkreuzung schiffbar. Mit Rücksicht hierauf mußte der tiefste Punkt der Leitung 40 m über dem Wasserspiegel liegen. Die ganze Spannweite beträgt 670 m, da gleichzeitig auch der parallel dem Niagara laufende Erie-Kanal und mehrere Bahngleise der New-York Central Railroad überspannt werden müssen.

In Amerika schon des öfteren bei größten Kraftübertragungsanlagen erprobten Aluminiumseile sind hier an Stelle der schweren Kupferseile oder schlecht leitenden Stahlseile verwendet worden, wodurch die Ürsstützürme in ihrer Konstruktion wesentlich leichter ausfielen. Die ankommenden Leitungen werden an der Überkreuzungsstelle bei Bertie Hill in 3 × 3 Aluminiumseile von je 250 qmm Querschnitt bestehend aus je 61 Einzeldrähten aufgelöst. Die Höhe der Stützürme beträgt bei Bertie Hill ca. 32 m, auf dem kanadischen Ufer ca. 65 m und an der Transformatorenstation ca. 65,6 m.

Vor dem Abspannturme sind die Aluminiumseile über eine Reihe hintereinander angeordneter Isolatoren, hergestellt, aus einem seiner großen Festigkeit wegen neuerdings viel verwendeten Isoliermaterial »Electrose«, an Stahlseilen befestigt. Eine Kompensationsvorrichtung ist zur Aufhebung der durch Temperaturunterschiede hervorgerufenen inneren Leitungsspannungen für jedes Seil vorgesehen und besteht aus einem, an einem Stahlseile oder einer Kette befestigten Gewicht (1950 kg), das je nach den Temperaturverhältnissen der Leitung selbsttätig die Möglichkeit gibt, nur einen bestimmten, ungefährlichen Durchhang anzunehmen. Die Führungsseile gleiten über beweglich am Kopfe der Türme angeordnete Rollen. Die Verbindung zwischen der Land- und der beweglichen Überkreuzungsleitung erfolgt mittels ungespannter besonderer Aluminiumstücke, die vor den Isolatoren liegen.

Die zwischen Bertie Hill & Buffallo stehenden Uferstützürme haben ähnliche Kompensationsvorrichtung.

Kyser.

Beschreibung ausgeführter oder geplanter Bahnanlagen sowie besonderer Systeme.

Die Probestrecke der zukünftigen Berliner Schwebebahn. Die Verkehrsdeputation in Berlin forderte bekanntlich, um sich über die Zulassung oder Abweisung einer Schwebebahn in den östlichen Stadtteilen zu entschließen, die Herstellung einer Probestrecke in dem nördlich vom Rosentaler Tor liegenden Teile der Brunnenstraße, welchen auch die geplante Linie bei ihrer Ausführung durchlaufen soll. Es ist dies die schmalste Strecke der ganzen Linie, mit 22 m Breite zwischen den Häuserfluchten und 13,60 m Breite des Straßendammes, sie ist überdies nur 330 m lang, und die übrigen Straßen, denen die Bahn folgen soll, haben eine zum Teil erheblich größere Breite, so ist die Lothringer Straße, in welche die Bahn östlich vom Rosentaler Tor einbiegt, fast doppelt so breit. Die Stelle war deshalb für eine Probestrecke gut gewählt, wenn man sich auf den Standpunkt stellte: wenn die Schwebebahn hier durchkommt, so kommt sie überall auf dem gewählten Wege durch, und man wird ihr dann weiter keine Hindernisse zu bereiten brauchen. Sie war anderseits auch schlecht gewählt, wenn es sich darum handelte, überhaupt ein Bild zu geben, wie die Schwebebahn in den Straßen wirkt, denn der Eindruck muß notwendigerweise um so günstiger werden, je mehr Raum für die Konstruktion zu Gebote steht. Mag nun das eine oder das andere von der Behörde, die die Probestrecke verlangte, beabsichtigt worden sein, die Probe ist gemacht, und der Erfolg gibt den Anhängern der Schwebebahn recht. Eine Hochbahnkonstruktion, die selbst an dieser ungewöhnlich engen und dunklen Stelle dem Straßenverkehr so wenig Licht und Platz entzieht, kann in breiteren Straßen noch unbedenklicher zugelassen werden, sie würde aber selbst in erheblich engeren Straßen noch durchkommen.

Die Schwebebahn hat seit der Zeit der Elberfelder Ausführung eine nicht unwesentliche Entwicklung durchgemacht. Die Ausstellung, die im Herbst 1906 im Berliner Rathause eine große Reihe möglicher Lösungen in Bild und Modell vorführte und wesentlich zur Klärung der Ansichten in weiteren Kreisen beigetragen hat, zeigte einen erfreulichen Reichtum der Formen und Anordnungen von Stützen und Trägern und bewies damit, daß sich die Schwebebahn den verschiedensten Anforderungen des Raumes und der Umgebungen sehr wohl anpassen läßt. Für die Probestrecke in der Brunnenstraße ist die zuletzt entwickelte Form, ein durchbrochener Flachträger auf Mittelstützen, gewählt worden, und auch dieser Wahl gibt der Augenschein recht. Eine andere Anordnung, die der Straßenfläche unten weniger Raum entzöge und ihr von oben weniger Licht raubte, die auch in der Ansicht von unten oder seitlich von den Bürgersteigen aus zierlicher und unauffälliger erschiene, dürfte nicht leicht zu finden sein.

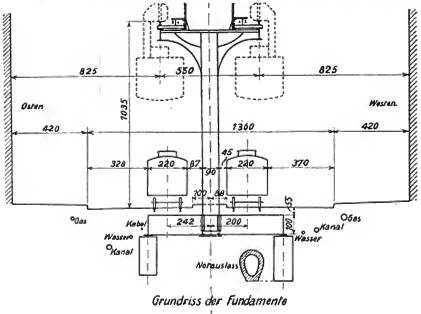
Von der Straßenfläche werden in der Tat nur in Abständen von rd. 15 m ein bis anderthalb qm beansprucht, ja eigentlich noch weniger, denn der Querschnitt der Stützen beträgt unten nur 810 · 650 mm. Von den Behörden ist aber die Forderung gestellt, die Stützen mit kleinen erhöhten Schutzinseln zu umgeben, wodurch der beanspruchte Raum etwas größer geworden ist. Ob diese Schutzinseln nötig oder auch nur zweckmäßig sind, ist noch fraglich. Da zu beiden Seiten der Stützen zunächst die Gleise der Straßenbahn liegen und die Wagenfolge auf ihnen eine sehr dichte ist, so werden andere Fuhrwerke der Straßenmitte und den Stützen nur in Ausnahmefällen nahekommen, sie werden nur zum Ausweichen und Überholen untereinander auf den Gleisstreifen abbiegen und ihn wieder verlassen, sobald sie ihren Zweck erreicht haben. Für die Sicherheit der den Fahrdamm überschreitenden Fußgänger sind die Schutzinseln erst recht nicht nötig, sie haben zum Stillstehen und Abwarten während des Überganges ja den ganzen Mittelstreifen der Straße zwischen den Stützen und den Straßenbahngleisen und werden sich nicht erst nach den winzigen Erhöhungen neben den Säulen bemühen. Die letzteren spielen also lediglich die Rolle von Prellsteinen, aber diesen Zweck können die Seitenguirlungen der Stützen selbst ebenso gut erfüllen.

Die Straßenbahngleise der Brunnenstraße sind auf eine Strecke von etwa 130 m auseinander gezogen, um den erforderlichen Platz für die Stützen zu schaffen. Die ausführende Gesellschaft wollte sie nur auf den für die Sicherheit des Verkehrs ausreichenden Betrag von 2 m von Gleismitte bis Stützenmitte verschieben, die Verkehrsdeputation forderte 2,42 m, wodurch der für den Fuhrwerksverkehr freibleibende Straßenraum weiter verringert und das Vorbeifahren zweier Wagen neben einer Straßenbahn erschwert wurde. Die Vermittlung des Polizeipräsidiums führte zu einem Kompromiß beider Anschauungen, indem auf der Westseite der Straße nach dem Vorschlage der Gesellschaft, auf der Ostseite nach der Forderung der Stadt verfahren wurde. Der Abstand der Gleise ist dadurch ziemlich groß geworden, die Erfahrungen bei der Verkehrsabwicklung neben und unter der Probestrecke dürften aber wohl dahin führen, daß man bei der Ausführung die Gleise dicht an die Stützen legt, um den unbrauchbaren Streifen in der Straßenmitte nach Möglichkeit zu verschmälern. Von einer wesentlichen Verkehrserschwerung durch die Mittelstellung der Stützen ist übrigens nichts zu bemerken. Ist der nutzbare Raum auch im ganzen ein wenig enger geworden, so trägt die durch die Stützenstellung bewirkte Teilung des Wagenstromes nach der nördlichen und südlichen Richtung doch auch dazu bei, den Verkehr geordneter und glatter abzuwickeln. Endlich aber wird man vom höheren Gesichtspunkte des weltstädtischen Verkehrs und der Weiterentwicklung des Stadtbildes sagen dürfen, daß selbst eine kleine Erschwerung oder Verlangsamung des Verkehrs der Arbeits- und Geschäftsfuhrwerke, die sich ja immer nur in wenigen Stunden des Tages zeigen kann, nicht ins Gewicht fallen darf gegenüber der Förderung des Personen-Schnellverkehrs, den eine neue Stadtbahn bringen soll, und dessen glatte Abwicklung für die Gesamtinteressen einer Großstadt unerläßlich wichtiger ist. Wie oft hat man schon den Verkehr von Arbeitsfuhrwerk in gewissen Straßen ganz verbieten oder beträchtlich einschränken müssen, um dem Personenverkehr den notwendigen Raum zu schaffen, ohne daß wirtschaftliche Interessen durch solche Maßregeln gelitten hätten. Davon aber kann hier gar nicht die Rede sein, ja es läßt sich im Gegenteil voraussehen, daß die Anlage einer Schwebebahn den Straßenverkehr in den betreffenden Gegenden entlasten wird, da sie wenigstens einen Teil des Personenverkehrs vom Straßenpflaster entfernt.

Die Konstruktion der Probestrecke weist natürlich manche interessanten Abweichungen von dem bisher Gewohnten und Üblichen auf. Betrachten wir zuerst die drei Stützen der fertig ausgeführten kurzen Strecke, von denen die südlichste am Rosentaler Tor von Möhring, die mittelste von Kaiser und die nördliche von Grenander entworfen ist. Übrigens beschränken sich die Unterschiede lediglich auf den oberen Teil der Stützen, ihre Verbindung mit den Schienenträgern. Die Stütze von Möhring trägt oben zwei, über einer knaufartigen Verzierung angesetzte geschweifte Konsole, die wie zwei ausgestreckte Arme zu den Schienenträgern hinübergreifen und

oben durch einen schmalen Obergurt verbunden und versteift sind. Grenander läßt ähnliche, noch schlankere Arme ohne sichtbaren Ansatz aus dem Schaft der Stütze herauswachsen, und Kaiser hat unter Verschmähung jeder Zierform die beiden Schienenträger einfach durch einen starken Querträger verbunden und diesen auf die Stütze aufgesetzt, das obere, ovalförmig anschwellende Ende der Stütze scheint den Querträger wie eine geballte Faust zu umklammern und unverrückbar festzuhalten. Die Stützen selbst werden gebildet von einem reichlich 10 m über Pflaster sich erhebenden H förmigen Blechträger, der in der Querrichtung von unten bis oben gleichbleibend 810 mm mißt; die in der Längsrichtung der Bahn stehenden doppelten Gurtbleche (zusammen 40 mm dick) sind am Fuß der Stützen 650 mm breit und verjüngen sich oben bis auf 340 mm. Bei der Aufstellung der Stützen ist von einer beweglichen Anordnung ganz abgesehen und mit Rücksicht auf die starken einseitigen Belastungen eine feste Verankerung aller Stützen im Erdboden gewählt. Dabei ist so verfahren, daß der Stützpunkt auch bei einseitiger Belastung des oberen Flachträgers durch einen Wagen oder Zug, was ja die Regel bilden wird, immer innerhalb der Auflagerpunkte fällt, sodaß eine Beanspruchung der Stützen auf Kippen nicht in Frage kommt. Zu diesem Behuf setzt sich die Stütze unter starker Zunahme ihres Querschnitts noch etwa 500 mm unter Pflaster fort und läuft sodann in einen großen Querbalken oder Fuß aus, der nach einer Seite 3,5 m, nach der anderen Seite, wo sich unter der Straße ein Notauslaßrohr der Kanalisation befindet, 4,0 m weit vom Stützenmittelpunkt erstreckt. Dieser Tragbalken ruht mit seinen Enden auf zwei Beton-Fundamentklötzen, die 1 m in der Dicke, 2,4 m in der Länge messen und mit ihrer Sohle bis auf die Sohle des benachbarten, eben erwähnten Notauslasses hinuntergehen. Das Gewicht der Stützen, der Füße und der darauf ruhenden Last wird durch eiserne Unterlagsplatten über die ganze Fläche der Betonklötze verteilt. Bei den Stützen der Probestrecke sind übrigens die Füße, um die Säulen gegen den Wind und den Anprall eines Fuhrwerkes ganz sicher zu stellen, auch nach der Längsrichtung der Bahn, also kreuzförmig, ausgebildet und mit Beton unterschwellt. (Fig. 161.) Bei der Ausführung im fortlaufenden Verband wird diese Anordnung sich erübrigen, und es ist nur in Abständen von rd. 150 m die Anordnung von Ankerjochen beabsichtigt.

Auf den Stützen ruhend oder organisch wie oben beschrieben aus ihnen herauswachsend haben wir nun die Querträger, die wichtigen Verbindungsglieder der Stützen mit den Schienenträgern, die ja der eigentliche Endzweck des ganzen Bauwerks sind. Der Abstand der beiden Schienenträger mit 5,50 m bestimmt gleichzeitig die ganze Breite des Oberbaus oder der Fahrbahntafel, die also wesentlich schmäler als die einer zweigleisigen Standbahn ist. Sie ist aber auch keineswegs, wie diese, massiv und undurchsichtig, sondern vielmehr in ihrem mittleren Teile ganz frei bis auf die alle 15 m wiederkehrenden Querträger und die leichten, dazwischen gelegten Dreiecksverbände, und nur die beiden seitlichen Streifen sind bedeckt, aber nur zu einem kleinen Teil ganz undurchsichtig. Daraus ergibt sich der leichte, freie, lichtdurchlässige Eindruck der Konstruktion, die in der Tat schon in der kurzen Zeit des Bestehens der Probestrecke manchen Gegner der Schwebebahn zu ihrem Anhänger bekehrt hat. Auch die bedeutende Höhe von 10 Metern trägt dazu bei, dem ganzen Bauwerk den Charakter des Leichten, nach oben Strebenden, den Eindruck des Flüssigen, Bewegten anstatt des Schweren, Starren und Trägen zu geben, was sich in einem gewöhnlichen Hochbahnviadukt spiegelt. Man kann hier



Grundriss der Fundamente

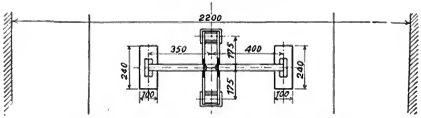


Fig. 161. Aufbau der Stützen im Straßenbilde der Brunnenstraße.

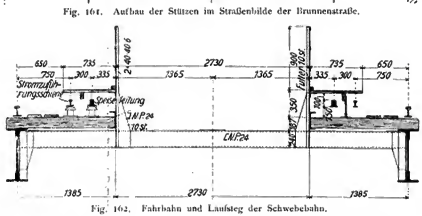


Fig. 162. Fahrbahn und Laufsteg der Schwebebahn.

Fig. 163. Ansicht der Probestrecke Brunnenstraße

nicht nur, auf dem Bürgersteig der Straße stehend, die gegenüberliegenden Häuser bis zum dritten Geschoß hinauf unter dem Horizontalträger hindurch übersehen, man sieht sie und den Himmel auch durch die Konstruktion hindurch, die ja überhaupt nur den vierten Teil der Straßenbreite überspannt, und so kommt das Gefühl des Raum und Licht Versperrenden selbst in dieser engen und dunklen Straße gar nicht auf. (Fig. 163).

Die beiden Schienenträger bestehen aus Blechträgern von 742 mm Höhe. Sie sind erstens durch die sehr kräftig ausgebildeten Querträger in Stützenabstand und dazwischen in Abständen von 5 m durch [-Eisen vom Normalprofil 24 verbunden. Auf diesen Querträgern ruhen wieder, der Längsrichtung folgend und mit den Schienenträgern parallel, [-Eisen derselben Stärke, die die ganze Fahrtafel oder den Flächträger in einen mittleren, freibleibenden Abschnitt von 2,73 m Breite und in zwei halb so breite seitliche Abschnitte teilen. (Fig. 162). Die letzteren sind es, auf denen sich der Betrieb bewegt. Unter den Schienen ist eine Unterlage von Holzschwellen gewählt worden, die neben ihren sonstigen Vorzügen auch die Schallwirkungen der vorüberfahrenden Züge abdämpfen dürfte. Die Schwellen liegen in 750 mm Abstand einerseits auf dem Schienenträger, anderseits auf dem Untergurt der Längs-[-Träger, in deren nach außen gekehrte Öffnung sie hineingeschoben sind. Nahe an der Außenkante der Schwellen liegt genau über der Längsachse des Schienenträgers die Schiene von schwerem Profil, die Befestigung ist die gewöhnliche mit Unterlagsplatten und Bolzen. Daneben ist ausreichend Platz für die Radgestelle mit den Motoren, Stromabnehmern, Bremsen usw. Um 750 mm einwärts von der Schienenachse liegt auf denselben Schwellen mit Unterstützung von Isolatoren die Kontaktleitung in Gestalt einer gewöhnlichen Stromzuführungsschiene, abermals 300 mm weiter einwärts die blanke Speiseleitung aus Eisen auf anderen Isolatoren. (Fig. 162.) Zwischen beiden Isolatorreihen sind eiserne Stützen angeordnet, die eine leichte hölzerne Längsschwelle tragen. In gleicher Höhe mit dieser Schwelle liegt über dem oben erwähnten Längs-[-Träger und mit ihm durch die Geländerpfosten verbunden ein Winkeleisen, und auf dieser Schwelle und diesem Winkeleisen liegen die Bretter eines schmalen Laufsteges, der sich gerade über den Leitungen befindet und zu ihrer Untersuchung oder Reparatur an jeder Stelle hoch geklappt werden kann. Ein leichtes, an die erwähnten Längs-[-Träger genietetes Geländer schützt die auf dem Stege befindlichen Leute. Es ist auf diese Weise Sorge getragen, daß bei aller Einfachheit und Leichtigkeit der Konstruktion doch die Teile, die für den Betrieb maßgebend sind, zu jeder Zeit leicht und schnell zugänglich sind, gleichzeitig aber, daß alle Konstruktionsteile des Oberbaus auf zwei schmale Seitenstreifen zusammengedrängt sind und die mittlere Hälfte der Konstruktion dem Lichte freien Zutritt zur Straße gewährt.

Der Gesamteindruck der Probestrecke (Fig. 163) ist, wie schon hervorgehoben, ein für die meisten Beobachter über Erwarten günstiger gewesen. Hoffentlich ist er auch für die maßgebenden Behörden ein solcher, daß die langdauernde Gegnerschaft gegen die Schwebebahn ein Ende nimmt.

W. Berdrow.

Aus den Geschäftsberichten.

Auszug aus dem **Geschäftsbericht der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft. das Geschäftsjahr vom 1. Juli 1906 bis 30. Juni 1907.**

Das Berichtsjahr ließ an lohnender Beschäftigung nichts zu wünschen übrig. Der abgerechnete Umsatz war um ein Fünftel höher als im Vorjahr; Aufträge im Betrage von rd. 180 Mill. M. wurden auf das laufende Jahr übernommen. Die neueingehenden Ordres in den ersten 4 Monaten d. J. übersteigen die der gleichen Periode des Berichtsjahres nicht unerheblich.

Es wurden in den zwei letzten Jahren geliefert:

	1905/06	1906/07
Maschinen, Elektromotoren und Transformatoren	37 424	43 953
in KW-Leistung	602 241	854 543
in PS	818 263	1 161 060.

Dampfturbinen verschaffen sich ein stetig wachsendes Absatzgebiet. Neben zahlreichen industriellen Anlagen auf allen Gebieten gehen jetzt auch die großen Hüttenbetriebe und Bergwerksgesellschaften dazu über, die Dampfturbine in ihren Kraftwerken zu verwenden. Auch in die Braunkohlenreviere führen sich Spezialkonstruktionen, die den Abdampf nutzbar machen, ebenso rasch wie in die Textilindustrie ein, die wirtschaftlicher Entnahme von großen Heißdampfmengen bedarf.

Der Wert der eingegangenen Aufträge ist um 55% gestiegen; bestellt wurden Turbinen:

1905/06	1906/07
72 475	139 840 KW-Leistung.

Den größten Umsatz erzielten Drehstrom-Turbo-Dynamos, von denen namentlich die 1000 KW-Type sehr begehrt war. 6 Turbo-Dynamos von 10000 PS- und mehr Leistung wurden bestellt.

Die Ablieferungen der Apparatefabrik waren um 10%, die eingehenden Aufträge um 20% höher als im Vorjahre.

In dem größeren Teil der Werkstätten der Fabrik Schlegelstraße werden Isoliermaterialien, wie Micanit und Öltuche für eigene Zwecke und für den Verkauf

radkanäle durchströmende Dampf — unter der Wirkung hergestellt, andere dienen der Erzeugung von Metallschrauben für unsere verschiedenen Fabriken, der Herstellung von Apparaten an Bord von Schiffen, elektrischen Härteöfen und Drehbohrmaschinen.

Von der 17 Mill. betragenden Produktionszunahme Kabelwerk Oberspree entfällt etwa die Hälfte des Wertes auf die gesteigenen Rohmaterialienpreise. Allein an Kupfer verbrauchten wir 19700 t gegen 16000 t im Vorjahr.

Als Isolierungsmittel gelang es, ein neues Material, das Tenacit, einen bewährten und billigen Ersatz für Kautschuk, einzuführen.

Obgleich der Umsatz der Automobilfabrik gegen das Vorjahr sich verdoppelt, und die Arbeiterzahl sich erhöht hat, können wir dieser, unter internationaler Überproduktion leidenden Industrie für die nächste Zukunft ein günstiges Prognostikon nicht stellen.

Der Umsatz der Glühlampenfabrik hielt sich ungefähr auf der Höhe des Vorjahres, obwohl neue sparsame Lichtquellen der Kohlenfadenglühlampe das Absatzgebiet streitig machen. Dieser für die elektrische Beleuchtung erfreuliche Verhältnis hat zu einer erheblichen Verbesserung der Ökonomie des Kohlenfadens geführt. Die Verkaufsstelle Vereinigter Glühlampenfabriken begegnet mit Einführung solcher Lampen, die 30% Strom sparen, lebhafter Nachfrage.

Die Fabrik für elektrische und mechanische Stellwerke, Weichen und Signalantriebe mußte infolge erheblichen Zuwachses an Aufträgen räumlich ausgedehnt und mit neuen und größeren Betriebsmaschinen ausgerüstet werden. Der Umsatz stieg um rd. 90%, die Summe der vorliegenden Aufträge um einen noch erheblich größeren Prozentsatz.

Die Zahlen der in den einzelnen Fabriken beschäftigten Arbeiter verschieben sich häufig dadurch, daß Betriebe mit anderen vereinigt oder abgetrennt getrennt werden. Um unrichtige Schlußfolgerungen zu vermeiden, die beim Vergleich der Ziffern mit denen des Vorjahres entstehen können, beschränken wir uns dieses Mal auf Angabe der Gesamtzahl der Angestellten. Sie beträgt 30667 Köpfe gegen 33906 am 1. Oktober 1906, hat sich also bei einem nach der Arbeitsmenge erheblich gestiegenen Umsatz um 10% gegen das Vorjahr verringert.

Die Installationstätigkeit nahm in den Großbetrieben den erwarteten Aufschwung, indem belangreiche Aufträge zum Aus- und Neubau von elektrischen Anlagen, namentlich auch auf Berg- und Hüttenwerken einliefen. Zum Antrieb von Walzenstraßen werden bereits Elektromotoren von mehr als 10000 PS benutzt, aber auch bei Gebläsen, Kompressoren, Fördermaschinen usw. sind die Bestrebungen der Technik darauf gerichtet, die Wirtschaftlichkeit der Betriebe durch gesteigerte Leistungen der Großmaschinen zu erhöhen. — Das elektrische Abteufverfahren wurde in einem hannoverschen Kaliwerk mit Hilfe elektrischer Pumpen von 700 bis 1000 PS erfolgreich durchgeführt.

Wir vollendeten 64 Elektrizitätswerke von 95150 PS (i. V. 68640 PS) Leistung und 1600 km (i. V. 1110) Kabellänge. Im Bau befinden sich 62 Kraftwerke mit 106315 PS (i. V. 98450 PS); unter diesen die Werke der Victoria Falls Power Co., die zunächst mit 6 Dampfturbinen von 27000 PS das Minengebiet in der Nähe von Johannesburg mit Strom versorgen werden.

Die fast ausschließliche Verwendung von Dampfturbinen kennzeichnet in neuester Zeit den Bau von Kraftwerken. Außer den Kraftwerken der Berliner Elektrizitäts-Werke, in denen die in diesem Jahre aufgestellten Turbodynamo von 27000 PS bereits im Betriebe sind, rüsten wir die Anlage der Kgl. Berginspektion Heinitz gegenwärtig mit 3 Dampfturbinen von je 3000 KW aus. Das jetzt als wirtschaftlich richtig anerkannte Prinzip, große Arbeitsmengen auf weite Entfernungen von einem Kraftwerk aus zu verteilen, hat auch im Bau von Leitungsnetzen zu grundlegenden Änderungen, insbesondere zur Erhöhung der Betriebsspannung geführt. Die ausgedehnten Kabelnetze, die wir vor einem Jahre in dem englischen Kohlengebiet zwischen Cleveland und Newcastle für eine Betriebsspannung von 20000 Volt errichtet haben, arbeiten ebenso anstandslos, wie das mit ihnen verbundene neue Kabelschutzsystem.

Die von der Preußischen Staatsbahnverwaltung für den Hamburger Stadt- und Vorortverkehr von Blankenese nach Ohlsdorf uns in Auftrag gegebenen elektrischen Motorwagenausrüstungen werden noch im laufenden Geschäftsjahre dem Verkehr der ersten mit hochgespanntem Wechselstrom ausgestatteten Vollbahnstrecke im Bereich der Preußischen Staatsbahnen dienen.

Für den Bayerischen Staat liefern wir die für hochgespannten Gleichstrom eingerichteten Betriebsmittel der Bahnstrecke Berchtesgaden-Salzburg. Die vom Hamburger Senat in Auftrag gegebenen Bauten für eine Stadt- und Vorortbahn (Hoch- und Untergrundbahn) befinden sich in der Ausführung.

Nach Abzug von Unkosten, Steuern und Abschreibungen verbleiben

14868175,86 M.,

die wir, wie folgt, zu verwenden vorschlagen:

12% Dividende auf 100000000 M.	12000000,— M.
Tantième des Aufsichtsrates (einschließlich Steuer)	400000,— »
Zuweisung an das Rückstellungskonto	1000000,— »
Gratifikationen an Beamte und Zuwendung an Wohlfahrtseinrichtungen	600000,— »
Zuweisung an Beamten-Pensions- und Unterstützungsfonds . .	600000,— »
Vortrag pro 1907/08	268175,86 »
	14868175,86 M.

Neue Bücher.

Druck- und Geschwindigkeits-Verhältnisse des Dampfes in Freistrahl-Grenzturbinen. Von Dr. O. Recke. 8° mit 67 Abbildungen und 3 Tafeln. München und Berlin, R. Oldenbourg. Preis M. 2.50.

Das vorliegende Buch erschien als ein Sonderabdruck der längeren Abhandlung des Verfassers, die in der Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen 1906 veröffentlicht worden ist. Dr. O. Recke beschäftigt sich mit der Aufgabe — »mit möglichst einfachen rechnerischen Mitteln unter Verwendung graphischer Integrationen die Druck-Geschwindigkeits- und Reibungsvorgänge des Treibmittels in Dampfturbinen näher zu bestimmen, um aus diesen Rechnungen heraus zu einer tunlichst genauen Formgebung für die Schaufeln und Düsen zu gelangen« . . . (Vorwort).

Leider ist die Richtigkeit der Gründe, auf denen die erhaltenen Formeln sowie die interessanten graphischen Integrationen gebaut sind, ganz zweifelhaft, wobei, wie der Verfasser (S. 73) bemerkt hat — »diese Schätzungen allerdings auf subjektiven und unbewiesenen Anschauungen beruhen« . . . Die Annahme einer isothermischen Kompression in den Schaufeln scheint ganz unzulässig zu sein und deshalb kann die — unter dieser Annahme — erhaltene »theoretisch-richtige« Form des Schaufelkanales kaum als eine solche betrachtet werden. Bei der ganz richtigen Behauptung, daß der durch die Lauf-

der Zentrifugalkraft eine Verdichtung, und somit die Verminderung des spez. Volumens erfährt, bestrebte sich der Verfasser die entsprechende Abnahme des nötigen freien Querschnittes durch die Veränderung der radialen Höhe zu verwirklichen, indem er aus »konstruktiven« Rücksichten (?!) die Lichthöhe konstant behält. Dabei erhält man selbstverständlich eine sehr komplizierte Form des Kanales, die Verfasser durch verschiedene Näherungsformen einzusetzen sucht. Ohne weiteres ist auch schwer damit einverstanden zu sein, daß die so erhaltene komplizierte Form für die Konstruktion leichter ist, als diejenige, die schon jetzt teils ausgeführt wird (Curtis, A.E.G.), wobei die nötige Verkleinerung des freien Querschnittes durch die entsprechende Veränderung der lichten Höhe erzielt wird.

Die ersten 70 Seiten sind der Untersuchung einer reibungslosen Dampfturbine gewidmet und unter solchen Bedingungen wird es probiert in Fig. 52 das Temperaturdiagramm einer Grenzturbine darzustellen. Es ist gewiß ganz klar, daß dieses Diagramm keine Vorstellung über die wirkliche Veränderung der Temperatur geben kann.

Bei dem Versuche schließlich, die Reibungsverluste in Rechnung zu ziehen, benutzt der Verfasser zweifelhafte Annahmen, indem es angenommen wird, daß:

1. die Geschwindigkeitsverluste durch Reibung etwa den Geschwindigkeiten proportional sind (S. 70),

2. der Geschwindigkeitsverlust für jede Schaufelung zu 2 v. H. angenommen werden kann. (S. 75).

Alles in allem — ist es dem Verfasser nicht gelungen die interessante, von ihm aufgestellte Aufgabe zu lösen, da es ja unmöglich ist, die höchst komplizierten Erscheinungen beim Durchströmen des Dampfes durch eine Druckturbine mit solchen einfachen Mitteln zu untersuchen. Die tatsächlichen Druck- und Geschwindigkeitsverhältnisse in Grenzturbinen sind also leider vollständig unaufgeklärt geblieben. Wsew. Jasinsky.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

1. Ganze Kraftanlagen (Kraftwerke).

Das neue Elektrizitätswerk Chur. Von Ing. S. Herzog. (Fortsetzung.) (Schweiz. E. T. Z. 14. Sept. 1907, S. 433; 21. Sept. 1907, S. 446; 28. Sept. 1907, S. 459; 5. Okt. 1907, S. 471.) Konstruktion und Führung der Rohrleitung. Gesamtleistung des hydroelektrischen Kraftwerks 1500 PS. Das Maschinenhaus enthält vorläufig 3 Maschinensätze von je 250 PS, bestehend aus je einer Hochdruckturbine für 83 m Gefälle und 375 Umdrehungen mit selbsttätiger Regulierung und vom Schaltbrett regulierbarer Drehzahl, und einem Drehstromgenerator für 210 KVA., 2000 Volt und 50 Perioden, sowie einer direkt gekuppelten Erregermaschine. Wicklungsangaben der Generatoren. Schaltanlage mit Zellensystem.

3. Umwandlung der mechanischen Energie in elektrische.

The Economic Distribution of Electric Power from Blast Furnaces. Von B. H. Thwaite. (Elect. Eng., 4. Okt. 1907, S. 490; 25. Okt. 1907, S. 586.)* Die Wärmeausnutzung in bestehenden Walzenzugsmaschinen ist bekanntlich sehr niedrig. Die Größe der Dampfkesselanlage, die dem Höchstbedarf der Maschine entsprechend bemessen sein muß, aber nur selten voll beansprucht wird, und die durch die Belastungsschwankungen bedingte Kondensation in den Rohrleitungen veranlassen hohe Wärmeverluste. Bei der Verwendung von Hochofengas und elektrischer Übertragung braucht nur ein Drittel derjenigen Wärmemenge aufgewendet zu werden, welche für dieselbe Leistung in einer guten Dampfmaschine verbraucht wird. Der Umstand, daß in ein und demselben Werke wohl das Walzwerk stillstehen, nie aber der Hochofenbetrieb ausgesetzt werden kann, führt zur »elektrischen Kanalisierung« von einzelnen Industriebezirken. Durch die Umsetzung der im Hochofengase ruhenden Arbeit in elektrische wird der Wert des Gases gegenüber dem früheren Verfahren, bei welchem das Gas unter dem Kessel verbrannt wurde, um 300 bis 400 v. H. erhöht. Der Verfasser macht den übrigens im westfälischen Industriebezirke schon in die Tat umgesetzten) Vorschlag, daß benachbarte Werke die ganze verfügbare Menge der Hochofengase in elektrische Arbeit umsetzen und daß sie die Energiemengen, für welche sie im eigenen Werk keine Verwendung haben, an eine Sammelstelle abgeben, von wo sie an andere Konsumenten abgegeben wird. Für eine Kraftübertragung von 400 km Länge kommt heute eine Spannung von 88 000 Volt in Frage, deren Verwendung technische Schwierigkeit nicht entgegenstehen. Die Arbeit soll auch für Transportzwecke zu Wasser und auf der Eisenbahn verwendet werden. Ein anderer Vorteil ist der, daß an einer Stelle eine so große Arbeitsmenge z. B. für elektrochemische Zwecke verwendet werden kann, wie sie ein einzelnes Kraftwerk ohne erheblichen Umbau kaum zur Verfügung stellen kann.

Das Rhein-Glatt-Tößwerk „Eglisau“. Von S. Herzog. (E. u. M., Wien, 24. Nov. 1907, Seite 916.) Das Rhein-Glatt-Tößwerk bezweckt die Ausnutzung der Wasserkräfte, die sich gewinnen lassen 1. auf der Stromstrecke des Rheines von Rüdlingen bis zur Eisenbahnbrücke Eglisau, 2. auf der Flußstrecke der Glatt von Hochfelden bis zur Mündung in den Rhein und 3. auf der Flußstrecke der Töß von Pfungen bis zur Mündung in den Rhein. Die Wasserkräfte sollen in elektrische Arbeit umgesetzt werden, welche auf den Gebieten der Kantone Zürich und Schaffhausen Absatz finden soll. Das Glattwerk ist als Hochdruckanlage entworfen. Durch künstlichen Stau der Glatt wird ein Stausee mit einem Inhalt von 4 800 000 cbm gebildet werden. Die Staumauer erhält eine mittlere Höhe von 17 m, eine größte Höhe von 22 m und eine Länge von 385 m. Das Maschinenhaus ist zur Aufnahme von neun Zwillings-Spiralturbinen von je 3 300 PS vorgesehen; das effektive Gefälle beträgt 35 m, die größte Wassermenge 6,05 cbm/Sek. bei einer Geschwindigkeit von 1,92 m/Sek. im Druckrohr. Das Rheinwerk ist als Niederdruckwerk projektiert, es leistet 10 560 PS bzw. 16 000 PS bei N.W. bzw. H.W. Das Tößwerk besitzt einen Stausee mit Sperrmauer; aus der Töß lassen sich 21 600 000 PS.St. gewinnen; bei zweistündiger Ausnutzung leistet das Tößwerk 36 000 PS. Das Rheinwerk liefert die konstante Kraft unmittelbar in das Leitungsnetz, das Glattwerk liefert die »Spitzenkraft«, indem Glattsee und Tößsee zur Akkumulierung dienen. Die Anlagekosten sind

für das Rheinwerk: . . . M. 6 560 000
» » Glattwerk: . . . » 9 600 000.

Die Selbstkosten pro KW.St. betragen 1,53 Pf. ab Kraftwerk, jene des PS und Jahr M. 39,20. Die Erstellungskosten pro PS betragen M. 376.

Die Berechnung der Belastungswiderstände für große Wechselstromgeneratoren. Von Karl Richter. (E. u. M. Wien, 17. Nov. 1907.)* Die Fragen, die erörtert werden, beziehen sich auf die erforderliche Wassermenge, die Größe und Entfernung der Elektroden, also auch auf jene der Gefäße, sowie auf die Schaltung, Isolation, Regulierung der Belastung und des Wasserzuflusses, Sicherheit des Bedienungspersonals u. dgl. Ist P die größte Leistung in KW, die in Wärme umgesetzt werden soll, so ist die Wassermenge von d_1 °C, welche zuzusetzen ist, um das ursprüngliche Niveau zu erhalten:

$$Q_1 = \frac{0{,}24\ P - w}{537 + (100 - d_1)}\ l|\text{Sek.}$$

Soll, wie hier, das zusätzliche Wasser nicht verdampfen, sondern soll Wasser von $d_2{}^0 < 100^0 > d_1{}^0$ ablaufen, so ist zuzusetzen:

$$Q_2 = \frac{0{,}24\ P - w}{d_2 - d_1}\ l|\text{Sek.}$$

w = Verluste durch Leitung und Strahlung = etwa 0,4 % der entwickelten Wärmemenge, bei einem Holzgefäß von t cbm Wasserinhalt, t qm Wasseroberfläche, das bei 100 KW genügen wird.

Erforderliche Wassermenge in l/Sek. für t000 KW.

Mit kochend. Wasser		Mit Zu- und Ablauf			
d_1	Q_1	$d_2 - d_1$	Q_2	$d_1 - d_1$	Q_2
10	0,383	10	24,00	55	4,36
20	0,389	25	9,60	70	3,43
30	0,395	40	6,00	90	2,67

Zulässige Stromdichten.

Endtemperatur des Wassers	Stromdichten in Amp./qcm
40°	0,29
60°	0,16
80°	0,10
100°	unter 0,05

Elektroden-Entfernungen in cm bei 1000 bzw. 250 KW.

Spannung Volt	Elektroden-Entfernung			Spannung Volt	Elektroden-Entfernung		
	Einsatzschiefe konstant		Einsatzschiefe veränderlich		Einsatzschiefe konstant		Einsatzschiefe veränderlich
	½ Belastung	¼ Belastung			½ Belastung	¼ Belastung	
1000	8,3	33,2	17,4	7 000	58,1	232,4	122,0
3000	24,3	99,6	52,3	10 000	83,0	332,0	174,3
5000	41,5	166,0	87,2	30 000	249,0	996,0	522,9

Für Wechsel- und Drehstrom werden die üblichen Schaltungen dargestellt. Bezüglich der Sicherheit des Personals wird bemerkt, daß Wasserzu- und -abläufe gut zu erden sind und ein isoliertes Podium herzustellen ist.

Wendepolmaschinen. Von Ernst Schulz. (E. T. Z., 28. Nov. 1907, S. 1150.) Falls man nur halbsoviel Wendepole wie Hauptpole verwendet, lassen sich die Kosten der Wendepolkonstruktion um mehr als die Hälfte verringern; die Wendepole sind in diesem Falle auch für kleinere Motoren noch wirtschaftlich ausführbar, zumal die größeren Verluste pro Wendepol bei zur Hälfte unterdrückten Wendepolen für kleine Maschinen keine übermäßige Erwärmung erzeugen, da sich die Wendepole hier an und für sich wenig erwärmen.

Gleichstrommaschinen mit Wendepolen. Von Alexander Rothert. (E. T. Z., 14. Nov. 1907, S. 1108.) Besprechung einzelner bei Wendepolmaschinen auftretenden Fragen der Ankerwicklung, Zahl der Wendepole, Form und Anordnung der Wendepole. Es wird empfohlen, um auch nachträglich an normalen Gleichstrommaschinen Wendepole anbringen zu können, diese seitlich von den Hauptpolen anzuordnen, falls kein Raum in der Mitte zwischen ihnen vorhanden ist.

Turboalternator mit Zoelly-Turbine für das Elektrizitätswerk Breslau. (Schweiz. E. T. Z., 9. Nov. 1907, S. 551.)* Infolge Raummangels konnte die erforderliche Vergrößerung der Drehstromanlage um 2 500 KW nicht mit Kolbenmaschinen ausgeführt werden und es wurde deshalb eine Turbine gewählt. Vorzüge der Aktionsturbinen. Der Generator leistet 2 500 KVA. bei 5000 Volt 50 Perioden. Luftkühlung. Schmierung.

The Years Progress in the Design of Electric Generators for Direct Connection to Steam Turbines. Von H. M. Hobart, M. Inst. C. E. (Elect. Enging., 5. Dez. 1907.) Wechselstromturbogeneratoren werden im letzten Jahre für Leistungen bis 900 KW hergestellt. Die 900 KW-Generatoren vertikaler Bauart, für das Kraftwerk der Edison Co. in Chicago haben bei 750 Umdr. pro Min., 25 Perioden ein vierpoliges, umlaufendes Magnetfeld, mit verteilter Wicklung und von der Form eines vollkommen glatten Zylinders, wodurch geringste Luftreibung und geräuschloser Lauf erzielt wird. Ausgeprägte Pole wurden bei 6poligen Maschinen bis zu 2000 PS, 1000 Umdr. pro Min. ausgeführt. Die Ventilation geschieht durch radiale Flügel, welche am Magnetkern befestigt sind, es ist aber das Bestreben vorhanden, behufs Erhöhung des Generatorwirkungsgrades, selbständig angetriebene Gebläse für die Kühlluft zu verwenden, bei vollkommen geschlossenem Gehäuse, Zuführung der Luft durch einen Schacht von unten und oberer Ableitung mittels Kamin. Besondere Sorgfalt wird auf die Befestigung der Ankerspulenköpfe (Stirnverbindungen) gelegt, da bei zufälligen Kurzschlüssen gewaltige Zugkräfte ein Abbiegen verursachen können. Die 9000 KW-Generatoren der Edison Co. besitzen zu diesem Zwecke einen stählernen Schutzring, welcher mittels Bügeln am Ankergehäuse befestigt ist. Das Bestreben der Konstrukteure ist dahin gerichtet, die Eisenverluste im Stator (Anker) und Kupferverluste im Rotor (Magnetfeld), welche zusammen 80 bis 90 % der Gesamtverluste ausmachen und bei kleinen Belastungen den Generatorwirkungsgrad herabsetzen, nach Tunlichkeit zu verringern. Es kommen neuere, aber teuere Sorten von (legierten?) Eisenblechen zur Verwendung, welche die Eisenverluste auf $^2/_3$ ihres Betrages herabsetzen und höhere Erwärmung gestatten. Es erscheint auch aus konstruktiven Gründen wünschenswert, die Drehzahl der Maschinensätze tunlichst zu vermindern, obwohl ein erhöhter Dampfverbrauch und Anlagekosten hierdurch entstehen. Letzteres gilt namentlich bei Gleichstromturbogeneratoren, deren Leistung zufolge der hohen Drehzahlen in der Regel 500 bis 750 KW nicht überschreitet. Die Verluste in den Wendepolen und Kompensationswicklungen erhöhen noch die Schwierigkeiten in der praktischen Verwendung. Es wird vielfach künstliche Kühlung des Kollektors durch axiale Luftkanäle angewendet; da die Umfangsgeschwindigkeit am Kollektor nicht 40 m/Sek. über-

schreiten darf, entstehen, namentlich bei geringen Spannungen, außerordentlich lange Kollektoren, deren Länge noch durch die erforderlichen Schrumpfringe vergrößert wird. Es besteht die Tendenz, die Type mit ausgeprägten Polen am Stator, welcher oft vier verschiedene Wicklungen trägt, durch verteilte Wicklungen zu ersetzen. Die Ventilation geschieht meist in gleicher Weise, wie bei Wechselstromgeneratoren. Die Anwendung besonderer Erregermaschinen, meist in direkter Kupplung, erscheint vorteilhaft. In der Herstellung guter Bürsten sind Fortschritte zu verzeichnen (Morgani, Bronzelohl, Endrwait etc.); am besten scheinen sich kombinierte Metallkohlenbürsten zu eignen. Beachtenswert erscheint ein englisches Patent von Walker auf Kollektoren mit vertikaler Kontaktfläche und seitlich angedrückten Bürsten, um die Funkenbildung bei Erschütterungen der Welle zu vermeiden. Das Bestreben einiger Konstrukteure, wie Punga, Pohl, Walker ist dahin gerichtet, die Wende- und Kompensationswicklungen durch besondere Spulenverbindungen (Vermehrung der Lamellenzahl!) und Ausgleichswicklungen am Anker zu ersetzen.

4. Fortleitung der elektrischen Energie.

Gesichtspunkte für den Bau von Apparaten und Schaltanlagen. Von J. Schmidt, Nürnberg. Fortsetzung (Schweiz. E. T. Z., 14. Sept. 1907, S. 435; 21. Sept. 1907, S. 449; 28. Sept. 1907, S. 461; 5. Okt. 1907, S. 473; 12. Okt. 1907, S. 490; 19. Okt. 1907, S. 506; 26. Okt. 1907, S. 523; 2. Nov. 1907, S. 539; 16. Nov. 1907, S. 570. Fortsetzung folgt.) Weitere Beschreibung der Schaltanlage der Rand Central Electric Works bei Johannesburg. Anordnung der Hochspannungssicherungen und Beschreibung des Schaltungsschemas. Hochspannungsschaltschränke der S. S. W. Konstruktion von Hochspannungssicherungen, Röhren- und Ölsicherungen. Hochspannungsschalter als Röhren- und Ölschalter. Schaltpulte und -tische. Instrumentensäulen. Ausfahrbare Schaltanlagen. Anlagen mit verschiedenen Sammelschienensystemen. Anlasser für Hochspannungskabel. Schaltanlagen für Bahnkraftwerke, insbesondere mit Pufferbatterie. Beschreibung der Schalttafel des Kraftwerkes Zollvereinsniederlage der Hamburger Elektrizitätswerke. Zellenschalter mit Fernsteuerung. Umformerwerke und Anordnung der Leitungen in denselben. Transformatorensäulen und größere Transformatorenstationen.

L'appareillage electrique à haute et basse tension. Von M. Vedovelli. (Buletin de la soc. intern. des electriciens 1907, S. 501—548.)* Allgemeine Angaben über die konstruktive Ausführung von Schalter-Sicherungen, Schalttafeln, Blitzableitern, ausgeführt von der Firma Vedovelli, Priestley & Cie. Es wird empfohlen, bei Bestellungen von Niederspannungsschaltern entweder die im Schalter bei Normalbelastungen verrichtete elektrische Arbeit oder die zulässige Temperaturerhöhung anzugeben (40° Übertemperatur wird als zulässig angesehen). Bei Schaltern für sehr große Stromstärken sind zwei Endkontakte angebracht, die nacheinander zur Wirksamkeit gelangen. Zur Beseitigung der bekannten Übelstände der Automaten wird die Anschaffung einer kleinen Spannungsbatterie für jede Schaltanlage angeregt. Die konstruktive Anordnung der Automaten wird viel einfacher, das Funktionieren sicherer. Bei Maximalautomaten ist eine Sperrvorrichtung vorgesehen, damit der Stromkreis vor Beseitigung des Kurzschlusses nicht eingeschaltet werden kann. Bei Schaltanlagen wird Marmor und Glas verworfen, und die Ausführung ganz aus Metall empfohlen.

Die Hochspannungsölschalter müssen so geprüft werden, daß, wenn durch Zufall das Öl ausgelaufen ist, ein Lichtbogen bei offenem Schalter nicht entstehen kann. Das Unterbrechen des Stromes in einer Wasseratmosphäre unter einer Ölschicht in einem Porzellangefäß hat sich zur allmählichen Stromabschwächung zweckmäßig erwiesen.

Die Maximalautomaten mit Zeitrelais werden eingeteilt in solche, welche nach einer ganz bestimmten Zeit funktionieren und solche, deren Wirksamkeit sich nach der Stärke des Kurzschlusses richtet. Hochspannungstafeln: Elektrische, mechanische oder doppelte Bedienung der Apparate, räumliche Trennung der Sammelschienen verschiedener Polarität. Schutzvorrichtungen: Bei Überspannungssicherungen wird der Ohmsche Widerstand so dimensioniert, daß der Maximalstrom 0,1 Amp. beträgt, bei Blitzschutzvorrichtungen wird 1 Amp. als normal angesehen.

Zur Erzeugung sehr hoher Spannungen wird vorgeschlagen, in passender Weise Maschinensätze von niedrigerer Spannung hintereinander zu schalten. Für den deutschen Apparatenkonstrukteur wird der Aufsatz wenig Neues bringen; immerhin ist er wegen der vielfach abweichenden Anschauungen interessant. In theoretischer Hinsicht erscheint vieles nicht einwandfrei.

5. Umformung und Aufspeicherung der elektrischen Energie.

Das Umformerwerk „Krummestraße" der Berliner elektrischen Hoch- und Untergrundbahn. Von Idelberger. (E. T. Z., 31. Okt. 1907, 7. Nov. 1907, 14. Nov. 1907, S. 1053, 1055 und 1102.)* Aufsatz über denselben Gegenstand wie in E. K. u. B. 1907, S. 161.

6. Wirtschaftliche Untersuchungen.

Die amtliche Denkschrift über die Wasserkräfte Bayerns. (Z. d. V. D. E., 23. und 27. Nov. 1907, S. 1393 u. ff.) Im allgemeinen Teil geschäftliche Übersicht über die Entwicklung der Wasserkraftmaschinen. Früher Ausnutzung der Wasserkräfte nur am Ort der Kraft bis Einführung der elektrischen Übertragung. Schwierigkeiten bei wechselndem Arbeitsverbrauch und veränderlicher Wassermenge durch elektrische Akkumulatoren und Staubecken überwunden. Dann wird über Wassermenge, Staubecken — Fassungsraum 30 bis 40% der abfließenden Tageswassermenge — Gefälle allgemein gesprochen. Es folgen Angaben über die Anordnungen der Wehren und Talsperren, über Wassermotoren, Erörterungen über Wirtschaftlichkeit. Angelegkosten für Dampfbetrieb geringer als für Wasserkraft, dafür Kohlenersparnis: häufig Dampf- und Wasserkraftbetrieb von Vorteil. Ein weiterer Abschnitt schildert die Wasserkraftausnutzung im Auslande und in Deutschland; dann folgt eine Zusammenstellung der Wasserkräfte in Bayern — ausgenutzt 114000 PS, verfügbar 320000 PS; Untersuchungen über die Benutzung der bayerischen Alpenseen als Staubecken; Schilderungen verschiedener Projekte. Im letzten Abschnitt sind die Gesichtspunkte aufgestellt, welche bei etwaiger Elektrisierung des bayerischen Bahnnetzes maßgebend sein sollen.

Herausgegeben von Professor Dr. Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GORGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFÜHR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **14. März 1908.** **Heft 8.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester, in Österreich-Ungarn M. 17,60 bzw. M. 9,60, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,60 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36-maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Über den Zusammenhang zwischen Stromkosten und Benutzungsdauer. Von G. Dettmar, Grunewald-Berlin. S. 241.

Studie über die Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Berliner Stadt- und Ringbahn. Von J. Wenn Reyn, Königl. Eisenbahn-Bauinspektor. S. 245.

Kleine Nachrichten. S. 250. Netzharmonika elektrischer Triebkraft. — Elektrisch betriebene Wasserhaltungen. — Signalwesen. — Elektrisch beleuchtete Semaphorarme. — Wirtschaftliche Untersuchungen: Abnahmeversuche an Braunkohlen-Großgasmaschinen. — Allgemeines: Akkumulatoren-Reinigungsapparat von G. Hauke, Firma a. d. Elbe. — Aus dem Betriebsleben: Betriebsunfall.

Aus den Geschäftsberichten. S. 255. Fünfter Geschäftsbericht für das Geschäftsjahr vom 1. August 1906 bis 31. Juli 1907 der Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H.

Neue Bücher. S. 256.

Zeitschriftenschau. S. 257.

Über den Zusammenhang zwischen Stromkosten und Benutzungsdauer.

Von **G. Dettmar**, Grunewald-Berlin.

Es ist ohne weiteres klar, daß die Anschlußbewegung bei einem Elektrizitätswerke ganz außerordentlich stark durch die Stromkosten beeinflußt wird. Es ist aber auch ersichtlich, daß mit einer Erniedrigung der Stromkosten auch erreicht wird, daß diejenigen Lampen und Motoren, welche lange Zeit benutzt werden, leichter zum Anschluß an das Elektrizitätswerk bewogen werden können als bei höheren Stromkosten. Die Frage bleibt nur: Inwieweit tritt tatsächlich die Vermehrung der lange benutzten Lampen und Motoren ein, d. h. inwieweit wird durch Herabsetzung des Strompreises eine Vermehrung der Benutzungsdauer erzielt. Darüber fehlt meines Wissens bis jetzt noch jede Unterlage. Der Zweck nachfolgender Erörterungen ist es nun, diese bestehende Lücke auszufüllen, und dadurch gleichzeitig einen Beitrag zu liefern zur Lösung der Frage, wie weit es möglich ist, durch Erniedrigung der Stromkosten die Interessen der Verbraucher zu fördern, ohne die Interessen des Elektrizitätswerksbesitzers zu schädigen.

Es kommt bei Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Benutzungsdauer und Strompreis noch ein zweites Moment in Frage. Je billiger der Strom abgegeben wird, desto mehr wird damit gerechnet werden können, daß das ängstliche Sparen eingeschränkt wird. Es werden die Verbraucher nicht jedesmal, wenn sie die Lampe, bzw. den Motor nicht unbedingt brauchen, dieselben ausschalten.

Es soll in der vorliegenden Arbeit im wesentlichen die Frage behandelt werden, inwieweit die Verlängerung der Benutzungsdauer durch Herabsetzung des Strompreises die Rentabilität der Elektrizitätswerke beeinflußt. Diese Einwirkung wird deswegen hier gesondert von der Zunahme der Anschlüsse, die durch Verbilligung des Stromes herbeigeführt wird, behandelt, weil es möglich ist, sie besonders genau zu betrachten. Die Verlängerung der Benutzungsdauer verlangt keine nennenswerten Änderungen am Netz wie an der Einrichtung des Werkes. Es kann mit der gleichen Kupfermenge am Netz und mit der gleichen Maschinenleistung eine größere Arbeitsmenge geliefert werden, wenn man in der Lage ist, die Benutzungsdauer zu erhöhen, da hierdurch im Kraftwerk im wesentlichen die Dauer des Maschinenbetriebes, die Zahl der in Betrieb befindlichen Maschinen, bzw. die ganze Betriebseinteilung beeinflußt wird. In nur geringem Maße wird die Maximalbelastung des Werkes sich ändern. Die Hauptwirkung der Verlängerung der Benutzungsdauer wird sich dadurch zeigen, daß die niedrigen Teile der Belastungskurve erhöht werden, d. h. es wird das erreicht, was stets als besonders wichtig für einen wirtschaftlichen Betrieb der Elektrizitätswerke betrachtet wird.

Die Untersuchung ist durchgeführt worden auf Grund der Angaben, die in der Statistik der Vereinigung der Elektrizitätswerke für das Betriebsjahr 1905/06, bzw. 1906 enthalten sind. Des leichteren Überblickes wegen sind lediglich die deutschen Werke, die in der Statistik enthalten sind, verwendet worden, so daß die Ergebnisse von 151 Werken herangezogen werden konnten. Den Angaben dieser Statistik gemäß wurde die Benutzungsdauer für Licht und Kraft getrennt untersucht, und zwar wurden die jeweilig hierfür angegebenen Werte als Funktion der Einnahme aufgetragen. Verwendet ist hier durchweg die Angabe über Benutzungsdauer, die auf den Anschlußwert bezogen ist. Während ich erwartet hatte, daß das Ergebnis dieser Auftragung große Abweichungen

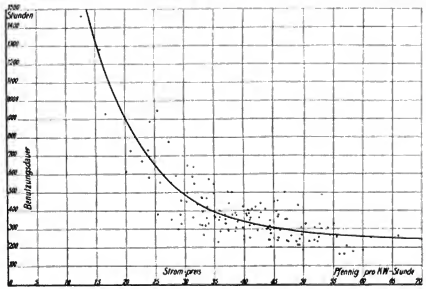


Fig. 164. Abhängigkeit der Benutzungsdauer vom Strompreise pro KW.St. für »Licht«.

ergeben würde, zeigte sich bald, daß die Befürchtung nicht gerechtfertigt war, und daß tatsächlich eine ganz gute Übereinstimmung vorhanden ist. Wie man aus Fig. 164, welche die auf »Licht« bezüglichen Angaben enthält, sieht, liegen tatsächlich die Werte so, daß man nicht im Zweifel sein kann, wie man eine mittlere Kurve zu legen hat.

Vielfach ist die Annahme verbreitet, daß die Benutzungsdauer stark beeinflußt ist von der Stadtgröße. Um nun hierüber gleichfalls Klarheit zu schaffen, wurden die sämtlichen Städte entsprechend meinen früheren derartigen Untersuchungen in folgende sechs Kategorien eingeteilt:

1 000 bis	4 999 Einw.	20 000 bis	49 999 Einw.
5 000 »	9 999 »	50 000 »	99 999 »
10 000 »	19 999 »	100 000 und	mehr »

In den zuerst hergestellten Original der Auftragung wurden nun jeweils die zu einer Kategorie gehörigen Städte mit farbigen Linien verbunden, so daß man klar einen etwaigen Einfluß der Stadtgröße erkennen konnte. Dabei ergab sich, daß alle sechs Kategorien gleichmäßig durcheinander lagen, und daß es absolut nicht gelingen wollte, einen Einfluß der Stadtgröße zu konstatieren. Man muß somit bei der großen Zahl der hier in Betracht gezogenen Städte (in den Rubriken, welche sich auf die Rentabilität nicht beziehen, sind in der Statistik auch über kleine Städte genügend zahlreiche Angaben vorhanden) zu dem Ergebnis kommen, daß eine Beeinflussung der Benutzungsdauer durch die Größe der Stadt nicht angenommen werden kann. Soweit Abweichungen, wie aus der Kurve ersichtlich, vorhanden sind, können sie lediglich auf den Charakter der Stadt zurückgeführt werden. Ein ganz gleiches Ergebnis der nach dieser Richtung hin erweiterten Untersuchung hat sich auch bei der eingehenden Aufzeichnung der Benutzungsdauer von Motoren herausgestellt. Hier wurden die Werke in genau gleicher Weise aufgetragen und es zeigte sich auch eine recht gute Übereinstimmung, wenn auch nicht so vollkommen wie bei der Betrachtung der Verhältnisse für Beleuchtungsstrom. Die Angaben betreffend Motoren sind in Fig. 165 wiedergegeben. Daß die Abweichungen hier größere sind, ist darauf zurückzuführen, daß der Charakter der Städte bezüglich des Motorenbetriebes viel größere Verschiedenheiten aufweist, so daß es nicht verwundern kann, wenn in stark industriellen Städten selbst bei hohem Strompreis die Benutzungsdauer doch eine große ist Die Vorzüge des Elektromotors sind derartig große, daß es wohl Fälle genug gibt, wo selbst ein höherer Preis dafür gezahlt wird, daß die Vorteile, die der elektrische Betrieb mit sich bringt, erzielt werden. Bei einer eingehenderen Untersuchung der herausfallenden Punkte zeigte sich denn auch, daß tatsächlich die weit oberhalb der gezogenen Mittelkurve liegenden Städte durchweg solche mit ganz besonders starker industrieller Betätigung sind. Ebenso zeigte sich, daß die Städte, die trotz niedrigeren Strompreises eine geringe Benutzungsdauer haben, solche sind, in denen nur ganz wenig Industrie zu finden ist, wie z. B. Badeorte etc.

Bei der Durchführung der Untersuchung wurde auch darauf geachtet, ob die unterhalb der Mittelkurve liegenden Städte nicht etwa vielfach solche seien, die auch eine Gasanstalt besitzen, so daß man annehmen könnte, daß die lange benutzten Lampen, bzw. die lange im Betriebe befindlichen Motoren in der Mehrzahl von dort aus betrieben werden könnten. Infolgedessen wurde beim Auftragen jeder Ort mit Gasanstalt besonders kenntlich gemacht. Dabei ergab sich, daß die Abweichungen der Städte mit Gasanstalt und der ohne Gasanstalt ganz

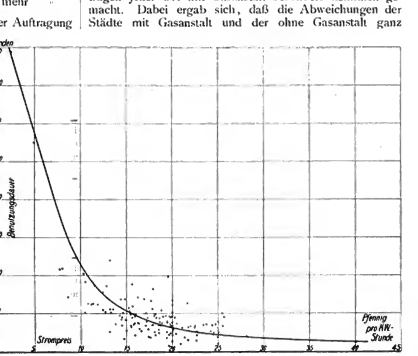


Fig. 165. Abhängigkeit der Benutzungsdauer vom Strompreise pro KW.St. für »Kraft«.

gleichmäßig nach unten und oben verteilt waren, so daß ein diesbezüglicher Einfluß nicht konstatiert werden konnte.

Aus den Fig. 164 und 165 ist klar ersichtlich, daß bei hohen Strompreisen die Benutzungsdauer der angeschlossenen Lampen und Motoren niedrig, und bei niedrigen Strompreisen hoch ist. Es ist also ohne weiteres einleuchtend, daß mit abnehmendem Strompreis die Zahl der abgegebenen KW.St. steigen wird. Es entsteht nun die Frage: Welchen Einfluß ergibt diese Veränderung auf die Rentabilität des Werkes? Der Einheitspreis der KW.St. nimmt ab, die abgegebene Zahl der KW.St. nimmt zu, so daß nicht ohne weiteres gesagt werden kann, ob die Rentabilität dadurch abnimmt, zunimmt oder unverändert bleibt. Um darüber Klarheit zu schaffen, sind eine Anzahl von solchen Werken, die in der Nähe der in Fig. 164 und 165 gezogenen Mittelkurven liegen, genauer durchgerechnet worden, und zwar wurden solche Werke gewählt, die sowohl in bezug auf Licht wie auch auf Kraft in der Nähe dieser Kurven lagen. Durch diese Bedingung ist die Zahl der für die Umrechnung brauchbaren Werke eine kleine. Ihr wurden nun die Mittelkurven zugrunde gelegt, und so der Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit verfolgt. Dabei ist also vorausgesetzt, daß das Verhalten der verschiedenen Städte mit verschiedenem Strompreis übertragen werden kann auf die Änderungen, die eintreten, wenn in einer Stadt der Strompreis geändert wird.

Da bei den zur Umrechnung geeigneten Städten die Punkte nicht immer genau auf der Mittelkurve lagen, so wurden nachstehend wiedergegebene Tabellen aufgestellt zur Erleichterung der Reehnungen.

Es wurden bei verschiedenen Anfangsstrompreisen die Änderung der Benutzungsdauer aus der Mittelkurve festgestellt für verschiedene prozentuale Änderungen derselben. Diese beiden Tabellen sind getrennt für Licht und für Kraft aufgestellt. Sie können in vielen Fällen von Nutzen sein. Zur besseren Übersicht ist jedesmal hinter der Benutzungsdauer auch noch das Verhältnis zur Benutzungsdauer beim alten Strompreis angegeben.

Für die genaue Durchreehnung wurden drei Werke ausgewählt. Es wurde hierbei, wie schon oben erwähnt, der Einfluß der Zunahme des Anschlußwertes ganz außer Betracht gelassen und infolgedessen angenommen, daß das Anlagekapital durch die Veränderung der Benutzungsdauer nicht verändert wird.

Der Einfluß der Veränderung der Benutzungsdauer auf die Betriebseinteilung wird bei Gleichstromwerken und Wechselstromwerken sehr verschieden sein. Bei letzteren muß stets mindestens ein Maschinensatz im Betriebe sein, so daß die Erhöhung des Konsums während der Zeit geringer Beanspruchung des Kraftwerkes verhältnismäßig wenig Einfluß auf die Betriebsausgaben haben wird. In diesem Falle sind auch lediglich die Ausgaben für Brennmaterial mit Zunahme der abgegebenen KW.St.-Zahl steigend angenommen worden. Bei Gleichstromwerken ohne Bahnbetrieb dagegen, wo die Betriebsstundenzahl

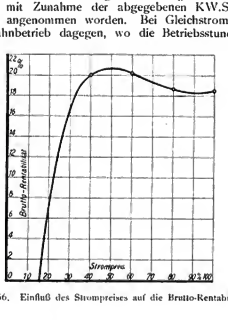


Fig. 166. Einfluß des Strompreises auf die Brutto-Rentabilität.

erhöht wird, wurden außer den Kosten für Kohlen auch noch die Ausgaben für Schmier-, Packungs-, Dichtungsmaterial und Reparaturen entsprechend steigend der vergrößerten Abgabe eingesetzt. Bei Gleichstromwerken mit Bahnbetrieb dagegen würde es nicht notwendig sein, so ungünstig zu rechnen, da auch dort die Betriebsstundenzahl kaum durch Zunahme der Benutzungsdauer erhöht werden würde, weil ja die Bahn einen mindestens 14stündigen Betrieb im allgemeinen verlangt.

Bei dem einen der durchgerechneten Werke ergibt sich, daß, wenn der Strompreis auf 80, 60 und 40 % des jetzigen Wertes heruntergesetzt würde, die Einnahmen doch um 4,5, 17,6 und 30,8 % steigen würden, und der Bruttoüberschuß auch um 1,0 10,0 und 9,2 %. Die Bruttorentabilität erhöht sich in den genannten Fällen um 0,15, 1,7 und 1,5 %.

In Fig. 166 ist das Ergebnis der Untersuchung graphisch aufgetragen. Darnach ergibt sich, daß bei ge-

Für Licht beträgt:		Wird der Preis reduziert auf:											
bei einem Strompreise von Pf.	die mittlere Benutzungsdauer St.	90 %		80 %		70 %		60 %		50 %		40 %	
		dann steigt die Benutzungsdauer auf:											
		Stunden	Verhältnis	Stunden	Verhältnis	Stunden	Verhältnis	Stunden	Verhältnis	Stunden	Verhältnis	Stunden	Verhältnis
60	265	277	1,05	292	1,10	325	1,23	380	1,43	482	1,82	690	2,60
50	282	307	1,09	340	1,21	395	1,40	482	1,71	650	2,30	900	3,20
40	340	380	1,12	445	1,31	540	1,59	687	2,02	900	2,65	—	—
30	482	570	1,18	690	1,43	845	1,75	1050	2,18	—	—	—	—

Für Kraft beträgt:		Wird der Preis reduziert auf:											
bei einem Strompreise von Pf.	die mittlere Benutzungsdauer St.	90 %		80 %		70 %		60 %		50 %		40 %	
		dann steigt die Benutzungsdauer auf:											
		Stunden	Verhältnis	Stunden	Verhältnis	Stunden	Verhältnis	Stunden	Verhältnis	Stunden	Verhältnis	Stunden	Verhältnis
30	175	195	1,12	230	1,32	280	1,60	375	2,14	535	3,06	800	4,57
25	215	250	1,16	310	1,44	400	1,86	535	2,49	745	3,47	1100	5,12
20	310	375	1,21	475	1,53	605	1,95	800	2,58	1100	3,55	—	—
15	535	650	1,22	800	1,50	1025	1,92	1365	2,55	—	—	—	—

ringer Herabsetzung des Strompreises eine kleine Abnahme der Wirtschaftlichkeit eintritt, während bei weiterer Herabsetzung eine Zunahme sich ergibt, und zwar bis zu einer Verringerung auf 50% des jetzigen Strompreises. Die gleiche Wirtschaftlichkeit wie jetzt erhält man, wenn man den Strompreis bis auf 33⅓% des jetzigen herunter-setzt. In den Fig. 167 und 168 sind nun die Ergebnisse der Durchrechnung zweier weiterer Elektrizitätswerke wiedergegeben, woraus man sieht, daß der Charakter der Kurven stets ein ganz ähnlicher ist. Bei den beiden Städten ergibt sich, daß bei Herabsetzung keine Erhöhung über den jetzigen Wert eintritt, sondern es wird bei der einen genau wie bei der anderen nur annähernd der jetzige Wert wieder erreicht bei einem Strompreis von 60 bzw. 35% des jetzigen. Bei letzterer ist dies darauf zurück-zuführen, daß jetzt noch ein sehr hoher Strompreis vor-

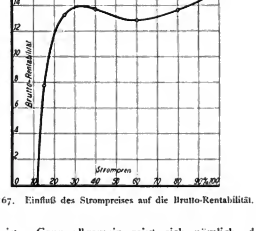


Fig. 167. Einfluß des Strompreises auf die Brutto-Rentabilität.

handen ist. Ganz allgemein zeigt sich nämlich, daß Werke mit hohem Strompreise einen Verlust erleiden, wenn sie den Strompreis wenig reduzieren, daß sie dagegen keinen nennenswerten Verlust haben, wenn der Strompreis stark reduziert wird. (Es sei hier nochmals erinnert, daß diese Untersuchung nur mit der Einschränkung gilt, daß die Zunahme der Anschlußbewegung nicht berücksichtigt ist!).

Fig. 167 und 168 zeigen, daß bei hohem Strom-preis eine kleine Ermäßigung desselben eine nennenswerte Steigerung in der Benutzungsdauer nicht ergibt, so daß also tatsächlich aus dieser Maßnahme ein Verlust resul-tiert. Nimmt man dagegen eine starke Herabsetzung des Preises vor, so ist man vor nennenswerten Verlusten ziemlich sicher, da allein die Zunahme der Benutzungs-dauer bewirkt, daß der Überschuß des Elektrizitätswerkes doch der gleiche bleibt. Da nun aber doch auch der An-schlußwert noch erheblich zunimmt, so wird das Werk auch dann noch einen beträchtlichen Gewinn haben. Wenn man bedenkt, welche außerordentlichen Vorteile den Einwohnern einer Stadt durch den niedrigen Strompreis erwachsen, und wenn man berücksichtigt, daß bei niedrigen Strompreisen das elektrische Licht bei Verwendung der Metallfaden-lampen mit jeder anderen Beleuchtungsart konkurrieren kann, so sieht man, daß die hier zur Erörterung stehende Frage eine weitgehende Bedeutung hat.

Die Metallfadenlampe, die den Stromverbrauch bei gleicher Lichtmenge auf ⅓ reduziert, bietet eigentlich schon dasselbe wie eine Ermiedrigung des Strompreises. Es wird daher in Zukunft durch die Einführung der Metallfadenlampe also schon das eintreten, was hier als Wirkung der Ermiedrigung des Strompreises gezeigt worden ist. Es ist auch diese Untersuchung gerade deswegen jetzt durchgeführt worden, weil in kurzer Zeit schon die Verhältnisse werden stark getrübt worden sein, so daß man nicht mehr wird sehen können, was durch Einführung der Metallfadenlampe und was durch Herabsetzung des Strompreises, die jetzt ja auch vielfach vorgenommen wird, erreicht worden ist. Da aber bis zu der Zeit, für die die benutzte Statistik der Vereinigung der Elektrizitäts-werke gilt, nennenswerte Mengen solcher Lampen noch nicht in Benutzung waren, so ist das Ergebnis jetzt noch zu übersehen.

Es entsteht nun auch die Frage: Ist es ratsam, trotz der Erniedrigung des Stromverbrauches der neuen Lampe noch eine Erniedrigung des Strompreises eintreten zu lassen? Nach den hier gegebenen Resultaten scheint es tatsächlich, als wenn man diese Frage mit »ja« beant-worten müßte. Man kann an Hand der hier durch-

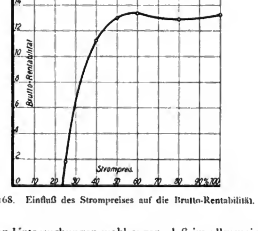


Fig. 168. Einfluß des Strompreises auf die Brutto-Rentabilität.

geführten Untersuchungen wohl sagen, daß im allgemeinen die Wirtschaftlichkeit des Werkes nicht verringert wird, wenn die Stromkosten für den Abnehmer auf ein Drittel ermäßigt werden. Da nun aber die neuen Lampen bei höherer Spannung für kleine Einheiten noch nicht her-gestellt werden, so steht die absolute Stromersparnis nicht im Verhältnis 1 : 3, sondern nur ungefähr 1 : 2. Wenn also nun eine Ermäßigung des Stromerspares auf etwa 60 bis 70% des jetzigen gleichzeitig mit der Einführung der Metallfadenlampe vorgenommen wird, so kommt man bei Licht immer noch nicht unter denjenigen Wert, der eine Veringerung der Wirtschaftlichkeit bewirkt. Berück-sichtigt man ferner noch, daß die Zunahme der Anschlüsse nicht eingerechnet ist, und daß dies gerade außerordent-lich in die Erscheinung treten wird, wenn die Kosten der Kerzenstunde auf ⅓ bis ⅛ der jetzigen herunter-gesetzt werden, so muß man zu der Überzeugung ge-langen, daß die Einführung der elektrischen Beleuchtung durch die erwähnten Maßnahmen ganz wesentlich gefördert werden wird.

Aus vorstehender Untersuchung lassen sich für die Tarifpolitik der Elektrizitätswerke einige wichtige Schluß-folgerungen ziehen. Zunächst ist ersichtlich, daß es bei Werken mit hohen Strompreisen nicht zweckmäßig ist, eine kleine Reduktion im Preise vorzunehmen, sondern man soll gleich ein Male so weit heruntergehen, daß dadurch wirklich ein Anreiz zur stärkeren und längeren Benutzung erzielt wird.

Auch Werke mit schon verhältnismäßig niedrigen Strompreisen werden im allgemeinen in der Lage sein, ohne Verschlechterung der Ergebnisse den Preis noch erheblich zu erniedrigen, da hierdurch die Benutzungs-dauer außerordentlich gesteigert wird. Das ist aber gleich-

bedeutend mit einer verhältnismäßigen Verringerung der bekannten Spitze im Belastungsdiagramm der Werke. Es wird natürlich von Fall zu Fall Sache der Berechnung sein, wie weit es möglich ist, mit dem Strompreise herunterzugehen, wobei namentlich lokale Eigenarten zu berücksichtigen sind. Es würde beispielsweise zwecklos sein, in einem Badeort, in welchem es mit dem besten Willen nicht möglich ist, die Anschlüsse der Motoren zu vermehren, bzw. den Stromkonsum der angeschlossenen Motoren zu steigern, den Preis hierfür erheblich zu reduzieren. Die hohen Werte für die Benutzungsdauer werden sich natürlich auch nicht in allen Arten erzielen lassen. Es müssen hierbei natürlich die örtlichen Verhältnisse eingehend berücksichtigt werden.

Wie man aus den Fig. 164 und 165 ersieht, liegt bei der Mehrzahl der Elektrizitätswerke heute der Strompreis für Licht zwischen 35 und 45, für Kraft zwischen 15 und 20 Pf. Diese Preise werden in den meisten Fällen noch ganz erheblich heruntergesetzt werden können, ohne daß die Wirtschaftlichkeit dadurch sinkt; zum Teil wird dieselbe sogar steigen.

Bei einer erheblichen Reduktion der Lichtstrompreise und Einführung der Metallfadenlampen ist es möglich, mit dem Gasglühlicht, selbst mit der hängenden Ausführung desselben, zu konkurrieren, so daß die Anschlußbewegung durch eine erhebliche Herabsetzung der Lichtstrompreise außerordentlich zunehmen wird, und damit der Überschuß des Werkes um so eher eine Steigerung erfährt. Berücksichtigt man dann noch die großen Vorzüge, die die elektrische Beleuchtung wie auch der Elektromotorenbetrieb gegenüber den anderen Arten von Beleuchtung und Kraftversorgung hat, so ersieht man ohne weiteres, daß diese im Verein mit einer Herabsetzung der Strompreise einen gewaltigen Aufschwung in der Anwendung der Elektrizität herbeiführen werden. Es ist aber vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus von hoher Bedeutung, in dieser Richtung nach Möglichkeit zu wirken, solange dadurch die Interessen der Besitzer der Elektrizitätswerke nicht geschädigt werden. Wie meine Arbeit gezeigt hat, ist aber eine derartige Schädigung bei vorsichtigem Abwägen der Verhältnisse im allgemeinen nicht zu befürchten.

Studie über die Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Berliner Stadt- und Ringbahn.

Von J. W. van Heys, Königl. Eisenbahn-Bauinspektor.

Vom Verein Deutscher Maschinen-Ingenieure zu Berlin war am 1. März 1906 ein Preisausschreiben erlassen, das sich mit der Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Berliner Stadt- und Ringbahn und der anschließenden Vorortstrecken beschäftigt. Es sollte der Fall genau unter-

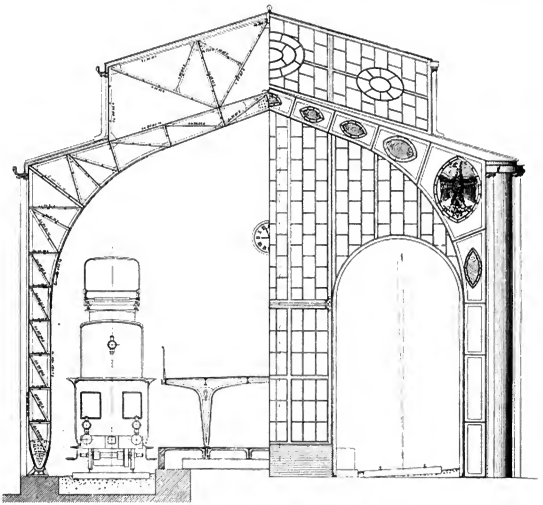


Fig. 169. Konstruktion eines Bahnhofes mit einem unteren und oberen Bahnsteige.

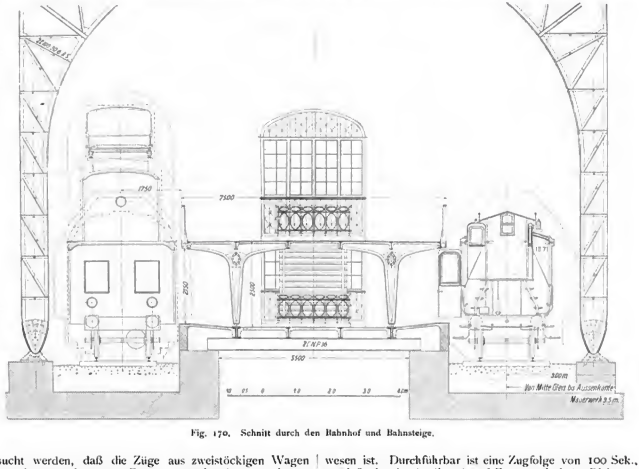


Fig. 170. Schnitt durch den Bahnhof und Bahnsteige.

sucht werden, daß die Züge aus zweistöckigen Wagen bestehen, zu denen der Zugang von übereinandergelegten Bahnsteigen stattfindet. Es ist dabei elektrische Zugförderung unter Verwendung einfachen Wechselstroms, vorauszusetzen. Der genaue Inhalt des Preisausschreibens, sowie die besonderen der Bearbeitung zugrunde zu legenden Bedingungen sind in Glasers Annalen, Band 58, S. 81, Jahrgang 1906 angegeben.

Die den Untersuchungen zugrunde zu legende größte Zuggeschwindigkeit soll 60 km pro Stunde, die Anfahrbeschleunigung 0,6 m/Sek.^{2} und die Bremsverzögerung 1 m/Sek.^{2} betragen.

Von den eingesandten Lösungen der Aufgabe erhielt die nachfolgend im Auszug wiedergegebene Bearbeitung den ausgesetzten Preis von M. 6000 zuerkannt.

Die gestellte Aufgabe zerfällt der Hauptsache nach in 2 Teile. Erstens ist die Einrichtung eines Bahnhofes zu entwerfen, wie er für den Betrieb zweietagiger Wagen eingerichtet sein muß, und zweitens ist der zweietagige Wagen in allen Teilen zu entwerfen. Die am Bahnsteige und am Zuge anzubringenden Sicherheitseinrichtungen werden gleichzeitig mit behandelt.

Auf die in der Arbeit angestellten Untersuchungen über die Entwicklung des Verkehrs auf der Berliner Stadt- und Ringbahn und über die verschiedenen Möglichkeiten, ihn zu bewältigen, soll hier nicht näher eingegangen werden. Auch sollen hier die Vorteile, die die Einführung des elektrischen Betriebes mit sich bringt, nicht näher erörtert werden, da hierüber bereits in dieser Zeitschrift genügend gesprochen ist. Es sei hier nur erwähnt, daß in der Arbeit der Nachweis geführt ist, daß bei Einführung des elektrischen Betriebes auf der Stadt- und Ringbahn es möglich sein wird, die Zugfolge noch weiter zu verdichten, als es bisher beim Dampfbetrieb möglich gewesen ist. Durchführbar ist eine Zugfolge von 100 Sek., so daß also in der Stunde 36 Züge nach jeder Richtung verkehren können. Bedeutet diese Vermehrung der Züge schon eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Stadtbahn um 50%, so ist eine weitere Erhöhung derselben noch möglich durch Verlängerung der Züge von 100 auf rund 140 m. Die Leistungsfähigkeit wird hier also schon auf mehr als das doppelte gebracht. Mit der erwähnten Leisungssteigerung glaubte man sich nicht zufrieden geben zu können, man sann nach Mitteln und Wegen, eine noch höhere Leistung der Stadtbahn zu erzielen. Einer von den ersonnenen Vorschlägen ist der der Einführung zweietagiger Wagen, die von zwei übereinander angeordneten Bahnsteigen zugänglich sind.

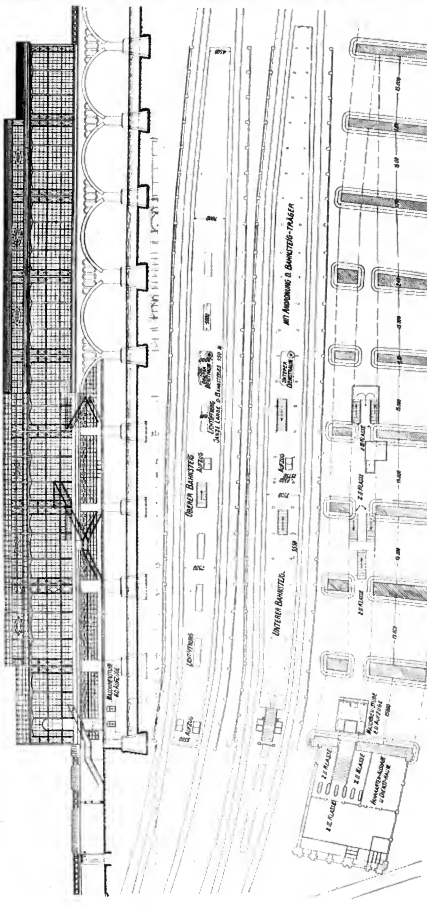
Die Anordnung zweier Bahnsteige übereinander nach der in der obenstehenden Aufgabe angegebenen Weise ist bisher noch nicht ausgeführt. Es soll daher zunächst auf die gewählte Ausführung eingegangen werden. Die Höhe zwischen den beiden Bahnsteigen ergiebt sich aus der Höhe der gewählten Betriebsmittel. Bei der Lösung der Aufgabe ist davon ausgegangen, daß die Höhe des unteren Bahnsteiges von 760 mm über Schienenoberkante beibehalten werden soll. Diese Höhe hat sich bei den Wagen der Stadtbahn, deren Fußboden 1267 mm über Schienenoberkante liegt, bisher gut bewährt. Die Beibehaltung dieser Bahnsteighöhe würde sich auch dann empfehlen, wenn der Fußboden der Wagen niedriger — etwa 1050 bis 1100 mm über S. O. — gelegt würde, wie in der Arbeit nachgewiesen ist. Von den in der Arbeit durchkonstruierten Wagen wird nach eingehender Prüfung der vierachsige zweietagige Wagen mit 2 zweiachsigen Drehgestellen vorgeschlagen. Bei ihm liegt der Fußboden 1300 mm über Schienenoberkante. Die lichte Höhe der unteren Etage des Wagens beträgt 2100 mm. Der

Fußboden der oberen Etage liegt 3470 mm über S. O. Unter Beibehaltung einer Höhe von 760 mm zwischen S. O. und dem unteren Bahnsteige würde also eine Höhe von 2710 mm zwischen den Bahnsteigen entstehen. Um ein bequemes Einsteigen in die untere Etage zu ermöglichen ohne die Trittbretter zu benutzen wird vorgeschlagen den unteren Bahnsteig noch 210 mm höher zu legen. Hierbei entsteht eine Höhe zwischen den Bahnsteigen von 2500 mm, welches Maß für die Ausführung einer kräftigen Bahnsteigkonstruktion genügt. Der Forderung der Aufgabe entsprechend ist der Bau des zweiten Bahnsteiges für den Bahnhof Jannowitzbrücke einer näheren Betrachtung unterzogen. Die Breite des Bahnsteiges beträgt hier nur 7500 mm. Eine weitere Verbreiterung desselben ist nicht möglich wegen der ungünstigen Lage des Bahnhofes.

Als Konstruktion für den oberen Bahnsteig wird der in Fig. 169 dargestellte Portalbogen mit 2 Gelenken vorgeschlagen, der aus vollwandigen Blechen hergestellt wird, die mit Winkeleisen umsäumt sind.

In der Fig. 170 ist der untere Bahnsteig nach den Seiten rampenartig hochgeführt. Diese Ausführung würde bei Verwendung dreiachsiger Wagen mit unteren Schiebetüren in Frage kommen, bei denen der untere Fußboden nur 1100 mm über S. O. liegt. Gleichzeitig ist in dieser Zeichnung der Nachweis geliefert, daß bei Ausführung der Bahnsteige in der erwähnten Weise die jetzt gebräuchlichen Fahrzeuge weiterhin auf der Stadtbahn verkehren können.

Es ergibt sich ohne weiteres, daß die Anordnung eines zweiten Bahnsteiges einen vollständigen Umbau des Bahnhofs Jannowitzbrücke bedingt. Das vorhandene Hallendach könnte zwar auf den oberen Bahnsteig in ähnlicher Weise wie bei dem augenblicklichen Zustand aufgebaut werden. Das würde aber die Erneuerung der Seitenglaswand bedingen. Für


ANSICHT D. STADTBAHN-VIADUKTES
MIT ANORDNUNG D. BAHNSTEIG-TRÄGER
UNTERER BAHNSTEIG
OBERER BAHNSTEIG
Ausgang
Eingang
Ausgang
Eingang
Ausgang
Eingang

den Umänderungsentwurf ist eine geschlossene Halle vorgesehen, wie sie Fig. 171 zeigt. Die Hauptbinder dieser Halle sind Dreigelenkbogen. Zur Erzielung einer guten Lüftung der Halle ist ein Lüftungsaufbau mit zu öffnenden Seitenfenstern vorgesehen. Die Seitenwände der Halle sind mit Verglasung ausgeführt, um eine möglichst gute Beleuchtung beider Bahnsteige zu erzielen.

Der obere Bahnsteig ist mit Sicherheitsvorrichtungen zu versehen, die ein Herabstürzen von ihm erfolgreich verhüten und ein Zwischentreten zwischen Wagen und Bahnsteig möglichst gefahrlos gestalten. Aus dieser Bedingung geht zunächst hervor, daß der obere Bahnsteig an den Seiten durch ein Geländer abgesperrt sein muß, welches beim Einfahren eines Zuges beseitigt wird. Die Aufstellung einfacher Haltestangen wird als Abschluß der Bahnsteige nicht genügen. Es bleibt daher noch die Wahl zwischen hochziehbaren und niederlegbaren Abschlußgittern. Die letzteren sind ihrer Einfachheit halber gewählt. An den Bahnsteigkanten sind aus ⊔ und Flacheisen kräftige Rinnen gebildet, in denen die Ständer des niederklappbaren Geländers auf einer drehbaren Welle befestigt sind. Die Ständer, bestehend aus Quadrateisen von 25 mm Durchmesser, sind oben durch ⊓ Eisen, über die eine hölzerne Handleiste gezogen ist, vermittelst Bolzen verbunden. Das Niederlegen der Geländer erfolgt vermittelst Luftdruck. Die Steuerung der Luftdruckzylinder hingegen erfolgt elektrisch. Diese Ausführung ist vom Verfasser gewählt, weil die Preßluftanlagen sich im langjährigem Betriebe als durchaus einwandfrei und sicher bewährt haben, was von ähnlichen Zwecken dienenden elektrischen Anlagen nicht immer behauptet werden kann. Immerhin ist gegen einen rein elektrischen Antrieb hier auch nichts einzuwenden.

Zwischen Bahnsteigkante und Wagen entsteht ein Spalt, der zuzudecken ist. Die Breite des Spaltes ergibt sich aus der Breite des gewählten Wagens und der zulässigen Entfernung der Bahnsteigkante von der Gleismitte. Letztere Entfernung soll nach der Aufgabe mindestens 1750 mm betragen. Bei der Lösung der Aufgabe ist sie auch in dieser Größe gewählt. Dabei hat sich herausgestellt, daß es bei dieser Entfernung des Bahnsteiges von der Gleismitte und der gewählten Höhe des oberen Bahnsteiges über S. O. möglich ist, die Strecke mit gewöhnlichen Fahrzeugen zu befahren.

Die größte Breite der Fahrzeuge beträgt 3150 mm. Es wird demnach nichts im Wege stehen, die Eintrittsstufen des oberen Stockwerks in dieser Breite auszuführen. Es ergibt sich hieraus ein Spalt zwischen Wagen und Bahnsteigkante von 175 mm. Nach § 29 der B. O. ist für einzelne an den Wagen vorstehende Teile sogar das Maß von 3250 mm für die Wagenbreite zulässig, so daß sich der Spalt auf 125 mm gleich der Länge eines kleinen Kinderfußes einschränken ließe. Ernste Bedenken würden nach Ansicht des Verfassers gegen die Zulassung dieses Breitenmaßes für die Betriebsmittel der Stadt- und Ringbahn nicht zu erheben sein. Bei dem gewählten vierachsigen Wagen, bei dem die Drehzapfen der Drehgestelle eine Entfernung von 8320 mm erhalten, würde nach § 122 der Technischen Vereinbarung dieses Breitenmaß in der Mitte um 20 mm und an den Enden um 17 mm einzuschränken sein. Der entsprechende Spalt in der angegebenen Breite von 125—175 mm bietet für das Zwischentreten keine besondere Gefahr. Immerhin wird das Vorhandensein desselben zu besonderer Ängstlichkeit beim Besteigen des oberen Stockwerkes der Wagen Anlaß geben können. Aus diesem Grunde wird sich die Zudeckung des Spaltes empfehlen. Erforderlich wird sie, um zu verhüten, daß bei schlechtem Wetter Schmutz von den Füßen der Reisenden des oberen Stockwerkes auf die Reisenden des unteren Stockwerkes fällt. Eine Schließung des Spaltes dadurch herzustellen, daß an dem Bahnsteige ein Brett angebracht würde, das sich unter das Trittbrett des oberen Wagenstockwerkes schiebt, ist nicht zulässig, da hierdurch die Umgrenzungslinien des lichten Raumes und der Fahrzeuge überschritten würden. Es ist daher mit dem niederklappbaren Geländer ein Deckblech verbunden, welches beim Niederlegen des Geländers sich selbsttätig über den Spalt legt und diesen zudeckt. Gleichzeitig wird durch dieses Blech die Rinne zugedeckt, in die sich das Geländer beim Niederlassen legt. Auf diese Weise wird auch das Geländer sauber gehalten. Das freie Ende des Bleches legt sich auf das Trittbrett. Die Breite ergibt sich aus der Breite der Rinne und des Spaltes. In der Längsrichtung wird das Blech in Längen von 4—5 m unterteilt, um eine leichtere Beweglichkeit beim Heben und Senken des Geländers zu erzielen.

Von der Einrichtung der selbsttätigen Einleitung der Bewegung des Geländers mit Abdeckblech ist Abstand genommen, wegen der Schwierigkeit der dauernden Instandhaltung einer derartigen Einrichtung. Zudem müßte die Einleitung der Bewegungen des Geländers durch den Zug erfolgen. Das Niederlegen darf aber, wenn es seinen Zweck erfüllen soll, erst erfolgen, wenn der Zug vollständig zum Stehen gebracht ist, und das Geländer muß bereits wieder hoch gehoben sein, wenn der Zug sich in Bewegung setzt. Daraus folgt schon, daß es besser ist, die Bewegungen des Geländers von Hand einzuleiten und die Signale von der Stellung der Geländer abhängig zu machen.

Die Ausführung der Sicherheitsvorrichtungen am Bahnsteige in der beschriebenen Weise könnte auf den ersten Blick etwas verwickelt erscheinen. Das ist sie aber durchaus nicht. Es sind die einfachsten Elemente zu ihrer Ausführung verwendet, wodurch gleichzeitig ein sicheres und zuverlässiges Arbeiten gesichert ist.

Zum Besteigen des oberen Bahnsteiges muß eine betriebssichere Anlage geschaffen werden. Bei dem vorliegenden Bahnhofe Jannowitzbrücke ist es besonders schwierig, einwandfreie und allen Anforderungen genügende Anlagen herzustellen. Zum Bahnhofe führen zwei Wege, der eine von der Jannowitzbrücke, der andere von der Jannowitz-Passage aus. Von beiden aus führt je eine Treppe zum unteren Bahnsteige. Zwischen Jannowitzbrücke und Jannowitzpassage führt unterhalb des Bahnhofes ein eingedeckter Laufsteg. Der Ausbau der vorhandenen Treppen oder einer der beiden derart, daß man über sie zum zweiten Bahnsteige gelangen kann, würde für die Verkehrsabwicklung keine besonderen Vorteile bringen. Deshalb erscheint es geboten, für den oberen Bahnsteig eine besondere Anlage zu schaffen. Mit Rücksicht darauf, daß das obere Stockwerk der Wagen für die Reisenden zweiter Klasse bestimmt ist, erscheint es auch angebracht, Fahrstühle vorzusehen. Als Reserve für die Fahrstühle wird es aber immer erforderlich sein, eine feste Treppenanlage zu errichten. Diese ist in der aus Fig. 171 ersichtlichen Anordnung vorgesehen. Als Fahrstühle sind Paternoster-Aufzüge gewählt, von denen auf Bahnhof Jannowitzbrücke zunächst drei aufzustellen sein würden. Diesen Aufzügen wird der Vorzug vor allen anderen zu geben sein, weil sie ständig sich in Bewegung befinden, zu jeder Zeit Reisende aufzunehmen imstande sind und keiner besonderen Wartung bedürfen. Vorzüge die nur die fahrenden Treppen mit ihnen teilen. Diese haben sich aber in der Praxis nicht bewährt, während die Paternoster-Aufzüge sich vorzüglich bewährt haben und infolge der an ihnen angebrachten Sicherheitsvorrichtungen zu Unfällen nur

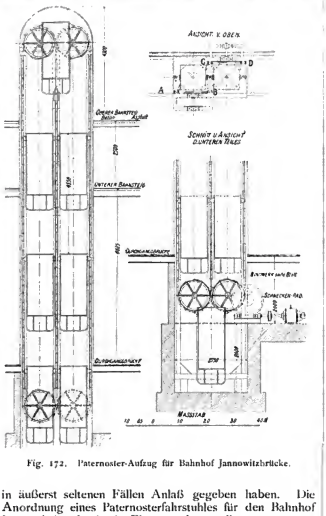


Fig. 172. Paternoster-Aufzug für Bahnhof Jannowitzbrücke.

in äußerst seltenen Fällen Anlaß gegeben haben. Die Anordnung eines Paternosterfahrstuhles für den Bahnhof Jannowitzbrücke ist in Fig. 172 dargestellt.

Bei der Ausarbeitung des Entwurfes war es dem Verfasser wohl bekannt, daß der Polizeipräsident von Berlin bisher die Verwendung von Paternosteraufzügen nicht zugelassen hat. Die Erfahrung, die mit ihnen aber in den letzten 20 Jahren in anderen Großstädten des In- und Auslandes gemacht sind, haben gezeigt, daß der weiteren Verwendung dieses vortrefflichen Hebezeuges wohl nicht mit vollem Recht ein Riegel vorgeschoben ist. Ein Versuch auf einem verkehrsreichen Bahnhofe der Stadtbahn würde sich daher wohl empfehlen.

Für den zweietagigen Ausbau der übrigen Bahnhöfe der Stadt- und Ringbahn würden sich die Verhältnisse wesentlich anders gestalten, als auf dem Bahnhofe Jannowitzbrücke. Am einfachsten würde die Anlage des zweiten Bahnsteiges auf den Bahnhöfen Friedrichstraße, Alexanderplatz und Schlesischer Bahnhof sein. Auch bei den übrigen Bahnhöfen der Stadtbahn würde unter der vorhandenen Halle der obere Bahnsteig angelegt werden können. Nicht so aber bei den meisten Bahnhöfen der Ringbahn. Hier müßten den Verhältnissen eines jeden Bahnhofes entsprechend auch neue Bahnsteig- und Hallenkonstruktionen gewählt werden. Näher auf diese Einzelheiten einzugehen, ist nicht Sache der gestellten Aufgabe.

Die Anordnung weiterer Einzelheiten der Bahnhofsanlagen, die für die Lösung der vorliegenden Aufgabe nicht von Belang sind, sind aus den gebrachten Zeichnungen ersichtlich.

	Dreiachsiger Wagen mit Bremsern unten	Dreiachsiger Wagen mit Schlafstellen unten	Vierachsiger Wagen	Sechsachsiger Wagen
Anzahl der Achsen einer Wageneinheit	9	9	8	18
Länge des Wagenkastens in mm	10 160	10 160	13 320	16 600
Länge eines Motorwagens in mm	10 935	10 935	14 095	17 375
Länge einer Wageneinheit in mm	32 275	32 275	28 190	51 600
Anzahl der Wagen eines Zuges:				
a) Motorwagen	8	8	10	6
b) Anhängewagen	5	5	—	2
c) zusammen	13	13	10	8
Ganze Länge des Zuges in mm	139 530	130 530	140 950	137 950
Gewicht eines Motorwagens in kg	28 000	28 000	43 710	67 500
Gewicht eines Anhängewagens in kg	20 000	20 000	—	51 000
Gewicht einer Wageneinheit (unbesetzt)	76 000	76 000	87 420	186 000
Gewicht des Zuges (unbesetzt) in kg	324 000	324 000	437 100	507 000
Anzahl der Abteile III. Klasse eines Zuges	78	78	80	80
Anzahl der Sitzplätze eines Zuges:				
a) in III. Klasse	743	743	755	771
b) in II. Klasse	312	312	400	416
c) zusammen	1 055	1 055	1 155	1 187
Gesamtgewicht des besetzten Zuges	397 850	397 850	517 950	590 090
Zahl der Motoren eines Zuges	16	16	20	24
Auf 1 Motor entfallendes Zuggewicht	24 870	24 870	25 897	24 670
Achsdruck der besetzten Wagen:				
a) Motorwagen	11 200	11 200	12 975	13 000
b) Anhängewagen	8 535	8 535	—	10 250
Auf 1 Motor entfallende Sitzplätze	66	66	58	49
Höhe des unteren Fußbodens über S.O. in mm	1 050	1 100	1 300	1 300
Höhe des oberen Fußbodens über S.O. in mm	3 220	3 390	3 470	3 470
Entfernung der Fußböden von einander	2 170	2 290	2 170	2 170
Höhe des unteren Bahnsteiges über S.O.	760 bzw. 720	1 100 a.d. Kante	760 bzw. 890	760 bzw. 970
Höhe des oberen Bahnsteiges über S.O.	3 220	3 390	3 470	3 470
Höhe zwischen den Bahnsteigen	2 460 bzw. 2 500	2 500	2 710 bzw. 2 500	2 710 bzw. 2 500
Breite des Wagens unten in mm	2 600	3 100	2 600	2 600
Breite des Wagens oben in mm	2 180	2 180	2 180	2 180
Geschätzter Preis eines Zuges in M.	425 000	425 000	565 000	660 000
Gesamthöhe des Wagens bis Oberkante des Lüftungsaufbaues in mm	5 600	5 770	5 900	5 900
Auf einen Sitzplatz entfallendes Gewicht:				
a) des unbesetzten Zuges	306	306	379	426
b) des besetzten Zuges	377	377	450	497

	Dreiachsiger Wagen mit Bremsern unten und Schlafstellen oben	Dreiachsiger Wagen mit Schlafstellen unten und oben	Vierachsiger Wagen	Sechsachsiger Wagen
Anzahl der Achsen eines Wagens	3	3	4	6
Anzahl der Abteile III. Klasse	6	6	8	10
Anzahl der Sitzplätze III. Klasse	55 bzw. 57	55 bzw. 57	75 bzw. 77	95 bzw. 97
Anzahl der Sitzplätze II. Klasse	24	24	40	52
Zu einer Wageneinheit gehören:				
a) Motorwagen	2	2	2	2
b) Anhängewagen	1	1	—	1
c) zusammen	3	3	2	3
Zahl der Motoren eines Wagens	2	2	2	4
Zahl der Motoren einer Wageneinheit	4	4	4	8

Für die Konstruktionen der Wagen sind in dem Wortlaut der Aufgabe einige Fingerzeige gegeben, deren

Innehaltung für den Bau von Wichtigkeit sind. Zur Abwicklung des Verkehrs und zur leichten Ausübung einer sicheren Kontrolle ist eine Teilung dahin erforderlich, daß von dem einen Bahnsteige die Reisenden II. Klasse, von dem anderen die III. Klasse abfahren. Da nun naturgemäß die Reisenden III. Klasse in der Mehrzahl sind, ergiebt sich ohne weiteres, daß diese auch von dem unteren Bahnsteige aus fahren. Hierdurch wird die Belastung der Wagen in zweckentsprechender Weise geregelt. Der Schwerpunkt der Belastung liegt möglichst tief. Das Verhältnis der Reisenden II. Klasse zu denen III. Klasse beträgt etwa 1:2 bis 2:3. In diesem Verhältnisse ist also auch die Zahl der Plätze im unteren und oberen Stockwerke zu teilen. Die Teilung erfolgt in einfachster Weise derart, daß unten Quersitze, oben aber Längssitze angeordnet werden. Die Breite des oberen Wagenkastens ergiebt sich hiernach zu dem gleichen Maße, in welchem die Abteillänge der Wagen II. Klasse ausgeführt ist. Der Zugang zu dem oberen Wagenstockwerke erfolgt zweckmäßig durch 2 Schiebetüren von jeder Seite. Die Anordnung von Drehtüren ist zwar möglich, erscheint hier aber nicht vorteilhaft.

Die Ausbildung des unteren Wagenkastens kann grundsätzlich auf zweierlei Weise erfolgen. Das eine Mal können Schiebetüren verwendet werden, das andere Mal Drehtüren. Bei Verwendung jener kann der Wagenkasten breiter gebaut werden als bei Verwendung von Drehtüren. Der zur Verfügung stehende Raum innerhalb des Wagens ist also ein größerer. Die Schiebetür kann aber nicht an jedem Abteil angebracht werden, weil es dann nicht möglich ist, dem Wagen die erforderliche Steifigkeit zu geben. Ihre Verwendung ist demnach nur bei kurzen Wagen möglich, bei denen höchstens 6 Abteile vorhanden sind. Bei Wagen mit mehr Abteilen würde das Vorhandensein von nur 2 Türen an jeder Seite für die Abwicklung des Verkehrs nachteilig sein.

Es sind 4 Wagentypen durchkonstruiert und ist nach eingehender Prüfung der Vorzüge und Nachteile jeder Wagengattung dem weiter unten näher beschriebenen Wagen der Vorzug gegeben. Die Konstruktion der durchgearbeiteten Wagen schließt sich eng an das Vorhandene, gut bewährte an. Ausgegangen wurde von den dreiachsigen Wagen der Berliner Vorortbahnen. Ferner wurde benutzt die Bauart der Wagen der elektrischen Vorortbahn Berlin (Potsdamerbahnhof) — Gr. Lichterfelde, der Berliner Hoch- und Untergrundbahn und der Stadt- und Vorortbahn Ohlsdorf — Blankenese. Es konnten für den Vorschlag in Frage kommen:

1. ein dreiachsiger Wagen, mit Drehtüren unten und Schiebetüren oben;

2. ein dreiachsiger Wagen mit Schiebetüren unten und oben;

3. ein vierachsiger Wagen mit Drehtüren unten und Schiebetüren oben und

4. ein sechsachsiger Wagen mit Drehtüren unten und Schiebetüren oben.

Die Bauart der einzelnen Wagen ergiebt sich ungefähr aus der vorstehenden Zusammenstellung (siehe Tabellen auf S. 149).

(Fortsetzung folgt.)

Kleine Nachrichten.

Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft.

Elektrisch betriebene Wasserhaltungen. Über die elektrisch betriebenen Wasserhaltungsanlagen in den Lindal Moor-Werken bringt The Electrician im Heft 1 vom 18. Oktober v. J.[1]) sehr interessante und ausführliche Angaben, denen das folgende entnommen werden soll:

Im Dezember 1903 mußte der Betrieb einiger der Wasserhaltungen in den Bergwerken, welche Eisenerze fördern, eingestellt werden, weil sich ergab, daß die Pumpen schadhaft und überhaupt zu klein geworden waren, um die zufließende Wassermenge zu fördern. Die in Frage kommenden Anlagen sind entweder durch künstliche oder durch natürliche Kanäle untereinander in Verbindung. Zur Zeit, als der Betrieb aufhörte, stieg der Wasserein bruch auf fast 32 cbm in der Minute gegenüber dem normalen Wasserzufluß von nur etwa 18 cbm. Im Jahre 1906 wurde die Förderung einer leistungsfähigen Wasserhaltung wieder aufgestellt. Die Schwierigkeiten für die Neuanlage von Pumpen bestanden vor allem in den sehr engen Schachtquerschnitten, weil nur Anlagen von sehr hoher Leistungsfähigkeit in Frage kommen konnten. Man entschloß sich endlich für die Anschaffung von Kreiselpumpen mit sehr hoher Geschwindigkeit, direkt von Elektromotoren angetrieben.

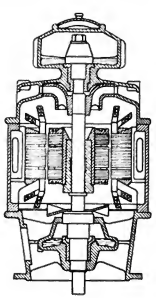


Fig. 173. Schnitt durch den 750 PS Pumpenmotor.

Für einen der Schächte, der 43° gegen die Senkrechte geneigt ist, sind zwei Kreiselpumpensätze beschafft worden, welche je 18 cbm Wasser pro Minute auf 120 m heben können. Sie sind einstufig und werden im Betrieb hintereinander geschaltet, so daß die Gesamtförderhöhe 240 m beträgt. Sie ruhen auf besonderen Wagen von rd. 2 m Spurweite. Jede Pumpe wird von einem Drehstrommotor getrieben, der bei 1485 Umdr. dauernd 750 PS leisten kann. Der zugeführte Strom hat 3000 Volt Spannung und 50 Perioden.

In zwei anderen Schächten arbeiten zwei stehende Senkpumpen, von denen jede 4,5 cbm Wasser pro Min. gegen 210 m Höhe fördern kann. Sie werden von Motoren direkt angetrieben, welche bei 1480 Umdr. 315 PS leisten. Diese Pumpen sind dreistufig; sie sind in schmiedeeisernen Rahmen montiert.

Endlich sind noch zwei Pumpen vorhanden, die den eben beschriebenen ähnlich sind, mit dem Unterschiede, daß jede 4,5 cbm pro Min. gegen 165 m drücken kann und von einem 250 PS-Motor mit 250 Umdr. angetrieben wird. Diese Pumpen sind fünfstufig.

Das Gewicht der zuerst beschriebenen Pumpen einschließlich des Motors, des Saug- und Druckrohres, Drahtseil und Kabel beträgt gefüllt über 50 t. Das Drahtseil hat einen Durchmesser von 44 mm und eine Bruchfestigkeit von 108 t. Die Pumpen wiegen 36 t. Die Kreiselpumpen sind von Gebr. Sulzer geliefert. Sie haben einen Wirkungsgrad von über 73%.

Die Motoren sind so gebaut, daß sie unter ganz außergewöhnlichen Verhältnissen arbeiten können. Auf kleinen Durchmesser wurde wegen der engen Schachtquerschnitte besonders Bedacht genommen. Sie haben

[1]) Ein gleicher Artikel ist in The Electrical Engineer vom 18. 10. 07 erschienen.

Kurzschlußanker. Die Gehäuse sind ausreichend gelüftet; für den Durchtritt der Kühlluft sorgt ein auf der Motorwelle sitzender Ventilator (Fig. 173). Die Kennlinien des 750 PS-Motors zeigt Fig. 174.

Eine sich unangenehm bemerkbar machende Anordnung ist die direkte Zuführung von 3000 Volt an die Motoren, weil alle Klemmen und blanken Teile sorgfältig gegen die Möglichkeit einer Berührung durch die Bedienungsmannschaften geschützt werden müssen.

Der Drehstrom wird den Motoren durch verseilte Kabel zugeführt, welche über Tage auf Kabeltrommeln aufgewickelt werden. Das Kraftwerk ist so gelegen,

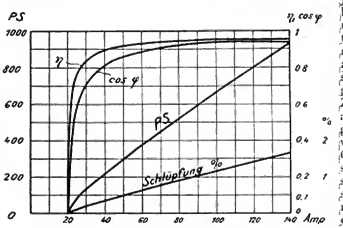


Fig. 174. Kennlinien des Drehstrommotors für 750 PS Leistung.

daß die Energie allen Schächten ohne Transformation und ohne zu hohe Leitungsverluste zugeführt werden kann. Es ist mit drei Dampfturbinen der A. E. G. ausgerüstet, von denen jede 1140 PS bei 3000 Umdr. dauernd leisten kann. Der Dampf hat am Eintritt ventil eine Spannung von 14 Atm. und eine Temperatur von 320° C. Die Generatoren sind mit Luft und mit Wasser gekühlt. Der Wasserverbrauch im Ständer und in den Lagern jedes Generators beträgt 50 l pro Min. Dadurch, daß die Luftkühlung im Ständer vermieden wurde, fällt das sonst auftretende pfeifende Geräusch weg, und die Turbinensätze laufen sehr ruhig. Der Dampfverbrauch beträgt 7 kg pro KWSt. bei einem Vakuum von 95 %, 14 Atm. Eintrittsspannung und 300° C. Vertragsmäßig sollte er 8,25 kg betragen. Zur Dampferzeugung dienen drei Babcock und Wilcox-Kessel von je 375 qm Heizfläche mit Kettenrostfeuerung. Die Schalttafel unterscheidet sich insofern von den gebräuchlichen Anordnungen, als weder Marmor noch Schiefer, sondern Kachelmauerwerk verwendet ist. Dieser Aufbau hat eine hohe Isolation und große Sicherheit gegen Feuersgefahr.

Alle Pumpenmotoren werden von der Schalttafel aus angelassen oder stillgesetzt. Das Anlassen geschieht mit Hilfe von zwei Transformatoren, die hintereinander geschaltet sind. Der eine ist ein Autotransformator und setzt die Spannung auf die Hälfte der Arbeitsspannung herab. Eine Wicklung des zweiten Transformators ist hinter den ersten geschaltet, die zweite hinter den Wasseranlasser. Durch stufenweises Ausschalten des Anlassers wird die Spannung an den Motorklemmen auch und nach erhöht und Stromstöße vermieden. Nachdem die Motoren ihre volle Geschwindigkeit erreicht haben, werden sie von den besonderen Anlaßsammelschienen auf die Hauptsammelschienen mit Ölschaltern umgeschaltet.

Die Anlage wurde am 10. Oktober in Betrieb gesetzt. Die Absenkung des Wasserspiegels betrug im Anfang 0,3 m pro Stunde. Paufler.

Signalwesen.

Elektrisch beleuchtete Semaphorarme. Die Zahl der Erfindungen, welche dahin gehen, Eisenbahnunglücke möglichst zu vermeiden, ist groß und stetig im Wachsen. Doch wenigen ist es beschieden, praktisch durchgeführt zu werden, sei es wegen zu großer Kosten, die sich zumeist notwendig erweisen würden, um solche neue Apparate an allen Waggons, Maschinen, Stationen etc. anzubringen, sei es wegen zu großer Kompliziertheit, welche ein Übel vermeidet und dafür wieder neue, oft vergrößerte Unglücksmöglichkeiten schafft. — Ein Mr. J. A. Panton, Ingenieur der Liverpooler elektrischen Hochbahn, kam nun auf die Idee, die Semaphorarme der Ein- und Ausfahrsignale eigenartig auf elektrischem Wege selbsttätig zu beleuchten, und zwar je nach der Stellung rot oder grün, dieselben also für den Lokomotivführer auffallender zu gestalten. Der den bisher in Verwendung stehenden Semaphorarmen in der Form vollkommen gleichende Flügel trägt seiner Länge nach auf der dem Zuge zugekehrten Seite eine Reihe von Glühlampen oder auch ein großes Glasrohr, in das Beleuchtungskörper eingeschoben sind. Bemerkt sei, daß die bisher in Verwendung stehenden Brillengläser mit rotem bzw. grünem Glas auch bei dem neuen Signalapparat in Verwendung stehen. Bei der Haltstellung des Semaphorflügels erscheint nun nebst dem roten Licht, das infolge Durchscheinens der Laterne durch die Signalbrille entsteht, noch entlang des Semaphorflügels ein breiter roter Streifen elektrischen Lichtes. Sobald nun der Arm auf »frei« (in England um 45° nach abwärts) gesenkt wird, so erscheint infolge der Bewegung des Armes und der darauf befestigten Brille grünes Licht, außerdem aber auch längs des Semaphorarmes ein Streifen grünen Lichtes. Dieser Wechsel des Lichtes kann nun auf zwei Arten hervorgerufen werden. Erstens indem man zwei Glasröhren nebeneinander legt, die eine grün, die andere rot, und den Lichtwechsel in Übereinstimmung mit der Stellung eintreten läßt, oder den Semaphorflügel während der Bewegung von der Halt- in die Freistellung durch ein Kegelrad mit Übersetzung um 180° dreht, dergestalt, daß die früher abgewendete Seite des Semaphors dem Zuge nun mit der anderen (grünen) Lichtkette entgegensieht. Bei dieser Anordnung muß Brille und Semaphorarm aus zwei Teilen bestehen und bloß durch die Welle zum Kegelrad verbunden sein, um die Drehung unabhängig von der stets dieselbe Seite zuwendenden Brille zu ermöglichen. Obwohl letztere Anordnung entschieden weniger einfach ist, bietet sie den Vorteil, daß auch bei Tag eine der Stellung entsprechende Farbe des Semaphorarmes (rot oder grün) dem Zuge gezeigt werden kann. Die Anordnung der roten und grünen Lichtketten auf ein und derselben Armseite mit selbsttätiger Einschaltung läßt sich hingegen auf jedem derzeit bestehenden Semaphorarme anbringen. K.—

Wirtschaftliche Untersuchungen.

Abnahmeversuche an Braunkohlen-Großgasmaschinen. Versuche an Großgasmaschinen, die mit Braunkohlen betrieben werden, sind noch nicht zahlreich veröffentlicht worden, und so dürften nachstehende Abnahmeversuche an einer Anlage von 1400 PS von Interesse sein.

Die Anlage gehört der Aktiengesellschaft Lauchhammer und steht auf deren Werke in Riesa a. d. Elbe. Sie umfaßt zwei doppeltwirkende Deutzer Gasmaschinen von je 300 PS und zwei Nürnberger Gasmaschinen von je 700 PS. Letztere sind unmittelbar mit je einer Gleich-

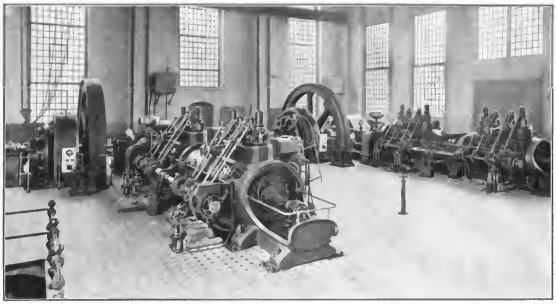


Fig. 175. Inneres des Kraftwerkes der Akt.-Ges. Lauchhammer mit den beiden 700 PS Nürnberger Gasmaschinen.

stromdynamo von 520 KW gekuppelt. Der erzeugte Strom von 250 Volt dient zur Kraftversorgung des gesamten Eisenwerkes mit Ausnahme der großen Walzenstraßen. Sämtliche Gasmaschinen entnehmen mittels einer Gasleitung das Gas nach Durchströmen von Skrubbern und Sägemehlreinigern zwei Generatoren. Die Gasgeneratoranlage ist nach Zeichnungen der Gasmotorenfabrik Akt.-Ges. Köln-Deutz im Werke selbst hergestellt, der

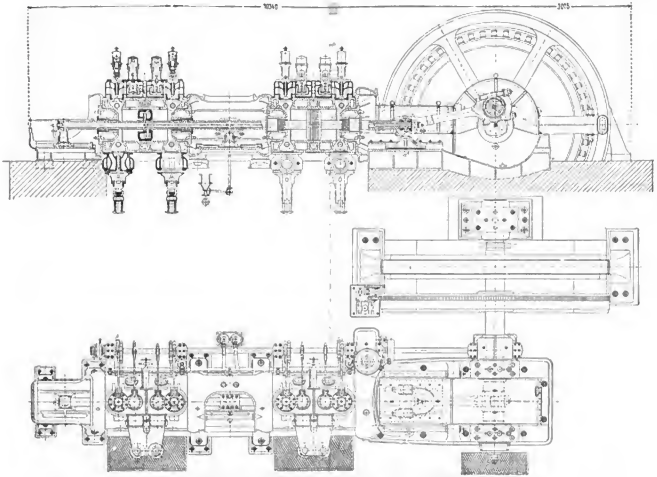


Fig. 176. Konstruktion der 700 PS doppelt wirkenden Viertakt-Gasmaschine.

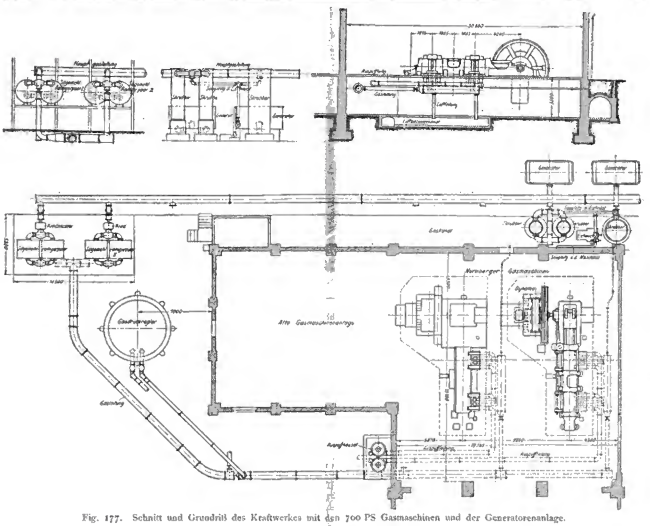


Fig. 177. Schnitt und Grundriß des Kraftwerkes mit den 700 PS Gasmaschinen und der Generatorenanlage.

elektrische Teil der Anlage von den Siemens-Schuckertwerken, die Nürnberger Gasmaschinen sind von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg geliefert.

Die beiden Nürnberger Gasmaschinen Fig. 175 und 176 arbeiten nach dem doppeltwirkenden Viertaktsystem. Es sind Tandemmaschinen von 700 mm Zylinderdurchmesser und 800 mm Hub, welche bei 130 Umdr. in der Minute dauernd je 700 eff. PS leisten können. Zylinder und Rahmen der Nürnberger Gasmaschinen sind zentrisch miteinander verbunden. Alleerheblichen Wärmespannungen ausgesetzten Teile sind möglichst einfach geformt und ausgiebig durch Wasser gekühlt. In den durch Schlammdeckel bequem zugänglichen Kühlwasserräumen der Zylinder wird das Kühlwasser durch Wasserrohre so geführt, daß Schlammablagerungen in den gefährlichen Ecken, in welchen Wärmestauungen auftreten können, vermieden werden. Das Kühlwasser fließt von den Kühlstellen der Maschine sicht-, meß- und regulierbar in einen für beide Maschinen gemeinsamen Sammelbehälter unter Flur. Von diesem wird es durch eine Zentrifugalpumpe auf das Rückkühlwerk und von dessen Sammelbehälter durch eine zweite Zentrifugalpumpe unmittelbar in die Zylinderdeckel und Auslaßventile der beiden Gasmaschinen gepumpt. Beide Pumpen werden von einem gemeinschaftlichen Elektromotor angetrieben, ein zweiter gleicher Pumpensatz dient zur Reserve. Für die Kolbenkühlung sorgt eine besondere von der Maschinenwelle aus angetriebene Kolbenpumpe für jede Maschine, die das Kühlwasser aus den Kühlbehältern mit 3—4 Atm. in die Kolbenstangen drückt. Die hohlen Kolben schweben frei in den Zylindern, getragen von den durch außen liegende Kreuzköpfe gestützten hohlen Kolbenstangen von 180 mm Durchmesser. Letztere sind durch allseitig bewegliche Metall-Stopfbüchsen gedichtet. Jede Zylinderseite hat je ein Einlaß-, Auslaß- und Gasventil, die von der seitlichen Steuerwelle mittels Exzentern angetrieben werden. Die Gasventile werden von einer Ausklinksteuerung beherrscht, welche unter dem Einfluß des Regulators bei veränderter Belastung den Gasgehalt der Gasluftmischung ändert. Das Gasgemisch wird durch elektrischen Starkstrom mittels einer Vorrichtung gezündet, welche den Zündungszeitpunkt während des Betriebes in äußerst bequemer Weise zu verändern gestattet. Das Anlassen der Gasmaschinen geschieht in der Regel mit Elektrizität, und zwar in der Weise, daß das Magnetfeld der Dynamomaschine mit der vorhandenen kleinen Notbetriebs-Akkumulatorenbatterie voll erregt wird. Zur Erzeugung des Ankerstromes sind 13 größere besondere Akkumulatorenelemente aufgestellt, die bei einstündiger Entladung etwa 700 Amp. leisten, welche Stromstärke im Mittel für das Anlassen ungefähr erforderlich ist. Im ersten Moment erreicht die Anlaßstromstärke etwa 1700 Amp., sie schwankt alsdann von etwa 400—1000 Amp. innerhalb einer Umdrehung des Schwungrades. Das elektrische Anlassen besitzt unter gewissen Umständen große Vorzüge gegenüber dem Anlassen mit Druckluft. Die Gasmaschine kann auch mit

Druckluft angelassen werden, wovon nur als Reserve Gebrauch gemacht wird. Die Druckluft wird durch einen kleinen Benzinkompressor erzeugt und in einem Behälter aufgespeichert.

Das Gewicht des rotierenden Teiles der Gasdynamo beträgt 31 t, wovon 6 t auf den Dynamoanker und 25 t auf ein besonderes Schwungrad entfallen. Der garantierte Ungleichförmigkeitsgrad ist 1 : 200. Die Maschinen werden mit Gas aus Braunkohlenbriketts betrieben, welche das Eisenwerk Lauchhammer selbst herstellt und die sich für den Gasmaschinenbetrieb als sehr geeignet erwiesen haben.

Die Abnahmeversuche an den zwei Nürnberger Gasmaschinen wurden nach etwa sechswöchigem Betriebe während des normalen Betriebes vorgenommen. Beide Gasmaschinen saugten sowohl einzeln als auch zusammen anstandslos ihr Gas selbst aus einem einzigen Generator. Die für die Maschine gegebenen Hauptgarantien waren:

a) Jede Gasmaschine soll 700 eff. PS dauernd leisten können;

b) der Wärmeverbrauch in Form von Gas soll bei 90% Wirkungsgrad der Dynamo für 1 KWSt. 3850 WE mit 5% Spielraum nicht überschreiten. Dabei war vorausgesetzt, daß der maßgebende untere Heizwert des Gases mindestens 1200 WE betragen und die Maschine vollbelastet (460 KW) sein solle.

Zur Messung des Gasverbrauches wurde der vorhandene Gasometer verwendet. Er wurde durch umschaltbare Rohrverbindung mittels Zentrifugalgebläse mit Gas gefüllt, dann an die nach der Gasmaschine abgehende Leitung durch Öffnung der Schieber angeschlossen und die unmittelbare Gaszufuhr durch Schieber abgeschlossen. Die Gasmaschinen saugten nunmehr aus dem Gasometer, und man brauchte lediglich Zeit, Senkung des Gasometers und Dynamoleistung abzulesen.

Die Versuchsergebnisse sind nachstehend zusammengestellt:

Versuchsergebnisse für Gasmaschine Nr. IV.

	Versuche Nr.			
	I	II	III	IV
Gasverbrauch in cbm/St.	1425	1463	1524	1405
Gastemperatur °C (t)	42	40,5	40	42
Barometerstand (b)		751 mm		
Gasverbrauch auf 0° und 760 mm Barometerstand reduziert, cbm i. d. St. $\frac{273 \times b}{273 + t) \times 760}$	1221	1262	1370	1280
Unterer Heizwert für den cbm, bezogen auf 0° und 760 mm	3168	3006	1006	1342
Mittlere Spannung an der Dynamomaschine in Volt	221,1	235,6	239,8	237,9
Mittlere Stromstärke an der Dynamomaschine in Amp	1843	1753	1862	1825
Mittlere geleistete Kilowatt an der Dynamomaschine	427,5	424	446	433
Gasverbrauch für die Kilowattstunde in cbm, reduziertes Volumen	2,93	3,05	3,07	2,95
Wärmeverbrauch in Form von Gas für die Kilowattstunde	3420	3370	3370	3370
Mittel aus den vier Versuchen . . .	3383			

Der Wärmeverbrauch war somit um

$$\frac{(3850 - 3383)}{3850} \times 100 = 12{,}15\,\%$$

niedriger als garantiert.

Bei Parallelbetrieb beider Maschinen konnte nach einmal erfolgter guter Einstellung von Luft- und Gasregelschieber die Belastung von 500 bis 8000 Amp. verändert werden, ohne daß eine Maschinistenhilfe für die Regulierung erforderlich war. Der Gasmaschinenregulator besorgte somit die Regulierung ganz allein.

Die Leerlaufindizierung der Gasmaschine Nr. IV ergab aus sieben Sätzen Diagrammen einen mittleren Kraftverbrauch von

199,5 eff. PS.

Daraus ergibt sich der Wirkungsgrad der Gasmaschine auf 700 eff. PS berechnet zu 78%.

Dem durch die Versuche festgestellten Wärmeverbrauch von 3383 WE für die Kilowattstunde entspricht bei einem Wirkungsgrad der Generatoren von 75% und einem mittleren Heizwert von 5000 WE für 1 kg ein Brikettverbrauch von 0,9 kg für die Kilowattstunde. Bei einem Brikettpreis von M. 9,50 für die Tonne am Werk Lauchhammer stellen sich also die Brennstoffkosten für 1 KWSt. auf 0,855 Pf.

Allgemeines.

Die Akkumulatoren-Reinigungsapparatefabrik G. Haufe, Firma a. d. Elbe, bringt einen **Akkumulatoren-Reinigungsapparat** auf den Markt, der wegen seiner Vorzüge allgemeine Beachtung verdient.

Das Reinigen der Akkumulatoren verursacht immer viel Mühe und große Geldkosten, die durch die einfache Handhabung des Apparats auf ein geringes Maß vermindert werden. In Fig. 178 ist der Apparat im Betrieb zu sehen. Das Reinigen einer Zelle geschieht, indem man die Säure bis an den Schlamm abzieht und sie in ein besonderes Sängegefäß laufen läßt. Daraufhin setzt man den Akkumulatoren-Reinigungsapparat an und

Fig. 178. Akkumulatoren-Reinigungsapparat im Betriebe.

entfernt den am Boden befindlichen Schlamm. Die Innenseite des Kessels des Reinigungsapparates sowie des Säuregefäßes ist mit einem 5 mm starken Glaseinsatz versehen, so daß ein Zerfressen durch die Säure vermieden ist. Je nach Größe der Zelle dauert eine Reinigung 20 bis 35 Minuten; ein Austrocknen oder Warmwerden der Platten ist somit ausgeschlossen. Die abgezogene Säure wird sodann aus dem Säuregefäß sofort wieder in die gereinigte Zelle gegossen.

Aus dem Rechtsleben.

Betriebsunfall. Am Vormittag des 6. März 1905 wurde in Str. der 71jährige Rentner A. beim Überschreiten der Straßenbahngleise von einem Motorwagen erfaßt und getötet. Unter Behauptung einer Unachtsamkeit des Motorführers klagte die Witwe auf eine Monatsrente von M. 80 auf die Dauer von 14 Jahren bzw. auf die Zeit bis zu dem etwa früher eintretenden Tode derselben, zudem auf Erstattung der Beerdigungskosten, da sie mittellos sei. Die Straßenbahngesellschaft verlangte Klageabweisung, ein ihre Haftpflicht ausschließendes eigenes Verschulden des Getöteten behauptend, der ohne jede Umsicht langsam die Gleise überschritten habe.

Das Urteil des Landgerichts Straßburg vom 25. November 1905 wies die Klage mit folgender Begründung ab: Bezüglich der Feststellung, ob eigenes Verschulden des Getöteten vorliege, sei davon auszugehen, daß der öffentliche Verkehr nicht durch unachtsames Verhalten von Passanten gestört oder verhindert werden darf, indem etwa die Wagenführer genötigt wären, jedesmal mit Rücksicht auf einen solchen ihren Wagen anzuhalten oder immerfort zu läuten. Vielmehr darf der Wagenführer erwarten, daß in der Nähe befindliche Personen auf sein Zeichen die Bahn frei geben. Nur dann hat er mit allen Mitteln zu bremsen, wenn sich vor ihm eine Person in der unmittelbaren Gefahr des Überfahrenwerdens befindet (Reichsger. 27. Okt. 1904). Für das eigene Verschulden ist die Verkehrssorgfalt maßgebend, deren Umfang sich nach demjenigen der örtlichen Verkehrsgefahren richtet. Diese Sorgfalt erfordert aber bei einer stark befahrenen Straßenbahnstrecke ein allgemeines Umschauen, zumal der Fußgänger sich bei dem allgemeinen Straßenlärm auf sein Gehör allein nicht verlassen darf (Reichsger. 30. Jan. 1905). In tatsächlicher Beziehung habe nun die Beweisaufnahme ergeben, daß der Getötete sorglos ohne Umschau langsam die Gleise betreten habe, obwohl er schwerhörig war und offenbar die Warnungsglockenzeichen nicht hörte. Zudem sei der Getötete zunächst eine Zeitlang parallel dem Gleis gegangen und plötzlich auf dasselbe eingebogen. Deshalb liege auch kein Verschulden des Motorführers vor, der die Änderung der Gangrichtung des Getöteten nicht erwarten konnte, dann aber alles getan habe, um den Unfall zu verhindern.

Diese Entscheidung hob das Oberlandesgericht Colmar mit Urteil vom 12. Oktober 1906 auf, erkannte den Ersatzanspruch dem Grunde nach zum Teil an und verwies die Sache zur Entscheidung über die Höhe desselben an das Landgericht zurück. Der Getötete hat nach Annahme des Oberlandesgerichts zwar die im Verkehr erforderliche Sorgfalt vernachlässigt, indem er bei seiner Schwerhörigkeit und durch das Alter verminderten Beweglichkeit in sorgloser Weise ohne Umschau plötzlich das Gleis betrat, diesem Verschulden stehe aber ein Mitverschulden der Straßenbahn gegenüber. Aus den Zeugenaussagen sei zu entnehmen, daß der Wagenführer, trotzdem er die unmittelbare Gefahr sehen mußte, nicht sofort gebremst hat, wozu er verpflichtet gewesen wäre. »Zuzugeben ist zwar, daß ein Wagenführer nicht auf die bloße Möglichkeit hin, seine Warnungszeichen könnten von einem in unmittelbarer Nähe des Gleises oder auf ihm befindlichen Fußgänger unbeachtet bleiben, den Zug anzuhalten braucht. Durchaus davon verschieden ist aber der Fall, daß sich dem Führer die Überzeugung aufdrängt oder nach Sachlage aufdrängen muß, der Fußgänger werde, wenn der Zug nicht halte, unrettbar überfahren werden. Ob der Fußgänger durch eigenes Verschulden in diese Gefahr geraten ist, spielt keine Rolle. Das Überfahren hat der Motorführer mitzuverantworten, wenn er trotz der dem Fußgänger unmittelbar bevorstehenden Lebensgefahr die Rücksicht auf die Schonung eines Menschenlebens hintangesetzt hat hinter die im Vergleiche dazu nebensächliche Rücksicht auf die pünktliche Einhaltung der Fahrzeiten (Reichsger. Bd. 56, S. 154). Der Motorführer mußte nach Sachlage, als der Getötete auf die Warnungszeichen nicht auswich, erkennen, daß er einen von der Gefährlichkeit der Lage überraschten und ihr nicht gewachsenen Greis vor sich hatte, er hätte daher nicht erst den Erfolg seines Anrufens abwarten dürfen, vielmehr sofort bremsen müssen. Die Bahn hat hiernach den ihr obliegenden Beweis des ausschließlichen eigenen Verschuldens des Getöteten nicht erbracht, es steht vielmehr das Gegenteil fest. Bei Abwägung des Maßes, in dem der Unfall einerseits durch den Getöteten selbst, anderseits durch die von der Straßenbahn zu vertretende Betriebsgefahr verursacht ist, ergibt sich eine Verteilung in der Weise, daß der Klageanspruch zu $^1/_3$ zuzusprechen ist.

Daraufhin sprach das Landgericht Straßburg mit Urteil vom 16. März 1907, welches das Oberlandesgericht Colmar am 2. November 1907 bestätigte, außer $^1/_3$ der Beerdigungskosten der Witwe eine Vierteljahresrente von M. 80 für 11 Jahre bzw. bis zu ihrem Tode zu. Es ging davon aus, daß die Lebenshaltung für eine Person teurer ist als für zwei Personen, daß demgemäß bei einer Pension von M. 120 monatlich, welche den Eheleuten zum Leben diente, eine Rente von M. 80 für die Witwe nicht überschätzt ist. Die Dauer dieser Rente ist nach dem § 3 des Reichs-Haftpflichtgesetzes nach der mutmaßlichen Lebensdauer des Getöteten zu berechnen. In dieser Beziehung ist hier bei dem 71jährigen Getöteten eine besondere Rüstigkeit festgestellt, die das Vollenden elf weiterer Lebensjahre wahrscheinlich machte, zumal er als Rentner keinerlei Berufsgefahren ausgesetzt war.

Aus den Geschäftsberichten.

Dem Fünften Geschäftsbericht für das Geschäftsjahr vom 1. August 1906 bis 31. Juli 1907 der Siemens-Schuckertwerke, G. m. b. H. sei folgendes im Auszuge entnommen: Das Geschäftsjahr 1906/07 hat allen Geschäftsabteilungen erhöhte Tätigkeit zugeführt.

Trotz der großen täglichen Anforderungen war auch der technische Fortschritt rege, was bereits durch die Natur der übernommenen Aufgaben bedingt war. Diese Neuaufgaben standen in charakteristischer Weise unter dem Zeichen größerer Einheitsleistungen, der immer mehr wachsenden Verwendung hoher Betriebsspannungen und Stromstärken. Anzahl und Durchschnittsleistung der von uns gebauten Turbogeneratoren sind erheblich gestiegen. Die Entwicklung des Transformatorenbaues führte zu Einheitsleistungen von 7000 KW und 66000 Volt Betriebsspannung. Erwähnenswert ist u. a. die Lieferung von 6 Transformatoren von 4000 KW von je 22000 Amp. sekundärer Stromstärke für ein großes Karbidwerk.

Entsprechend erhöhten sich auch die Anforderungen an die Vergrößerung der Leistungsfähigkeit der Anlaß- und Schaltapparate. Wir bauten beispielsweise einen Heißwasseranlasser für 2400 PS und als größten Schalter

einen Olschalter für 25 000 KW Leistung bei 10 000 Volt Spannung. Diese schweren Apparate führten auch zu einer weiteren Entwicklung unserer Fernsteuerapparate mit Signallampen und Rückmeldung. Auch im Schalttafelbau mußte den größeren Anforderungen Rechnung getragen werden. Die Gerüste setzen sich aus Einheitselementen zusammen, die an Ort und Stelle in feuersichere Zellen montiert werden. In Industriekraftwerken werden größere Anforderungen an die Konstanterhaltung der Betriebsspannung gestellt, auch wenn große Einheitsleistungen zu- und abgeschaltet werden. Das führte uns zur Durchbildung eines Schnellreglers, der namentlich für Drehstromanlagen von großer praktischer Bedeutung ist.

Die Aufgaben, welche uns in zunehmender Weise die Walzwerkindustrie stellt, führten zur Konstruktion großer Gleichstrom-Reversiermotoren mit Einheitsleistungen bis zu 8 bis 10000 PS und 60 bis 100 Umdrehungen.

Auch die Bergwerkindustrie ist im Berichtsjahre wiederum als hervorragender Besteller aufgetreten. Sie ist bestrebt, ihre Kraftwerke durch größere Zentralisierung, durch Aufstellung größerer Maschinensätze sowie durch Anschluß an Koks- und Hochofenanlagen zu verbessern. Aufträge auf elektrisch betriebene Hauptfördermaschinen sind vielfach eingegangen auf Grund ihrer überlegenen Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit. Elektrisch angetriebene Wasserhaltungsmaschinen haben den Dampfbetrieb inzwischen fast vollständig verdrängt.

Auch die übrigen technischen Disziplinen befanden sich in lebhafter Entwicklung. So wurden Spezialmotoren konstruiert für Ringspinnmaschinen und Schiffspropellerantrieb. Unsere Wechselstromkollektormotoren wurden mit gutem Erfolge weiter durchgebildet, so daß sie auch für Wechselstrom von 50 Perioden zufriedenstellend betrieben werden können, sowohl als Reihenschluß- wie als Repulsionsmotoren.

Die günstigen Betriebsergebnisse der mit Gleichstrom von 1000 Volt arbeitenden Rheinuferbahn Köln—Bonn brachten uns einen Auftrag für die Bahn: Berchtesgaden—Landesgrenze—Salzburg, welche nach dem gleichen System ausgeführt wird. Bei der Berliner Hoch- und Untergrundbahn haben sich die Zugausrüstungen mit Vielfachsteuerung für 800 Volt Gleichstromspannung bewährt, so daß uns eine größere Anzahl Züge für dieselbe neu bestellt wurde.

Der preußischen Staatsbahnverwaltung lieferten wir für die Wechselstrombahn Ohlsdorf—Hamburg—Altona—Blankenese die Einrichtung des Kraftwerks und der Stromzuführungs- bzw. Leitungsanlage, die bereits in Betrieb genommen wurde. Die für diese Bahn bestimmten Motorwagenausrüstungen sind nahezu fertiggestellt.

Für Akkumulatorenbetrieb wurden Wagenausrüstungen an die Kgl. Eisenbahndirektionen Mainz und Saarbrücken geliefert. Auch diese für den Vorortbetrieb auf Vollbahnlinien bestimmten Wagen haben sich bewährt und zu weiteren Bestellungen geführt.

Die bei unseren deutschen Werken eingegangenen Bestellungen an Maschinen, Motoren und Transformatoren beliefen sich auf 780 268 KW = 1 060 150 PS.

Die beträchtliche Ausdehnung unserer geschäftlichen Tätigkeit brachte naturgemäß eine merkliche Steigerung unseres Geldbedarfs. Zur Deckung desselben haben wir im Januar 1907 4½ prozentige mit 103% zurückzahlbare Obligationen im Betrage von M. 20000000.— ausgegeben.

Die Pensions-, Witwen- und Waisen-Kasse hatte zu Beginn des Berichtsjahres

einen Bestand von .	M. 3 692 927,26	
An Zinsen und Beiträgen leistete die Firma . .	» 566 197,46	M. 4 259 124,72
Für Pensionen, Unterstützungen usw. sind ausgezahlt worden		» 151 550,49
so daß sich der Bestand per 31. Juli 1907 stellt auf		M. 4 107 574,23
Der Dispositionsfonds, per 31. Juli 1906 ausweisend		M. 275 199,21
hatte einen Zuwachs durch Zuweisung aus dem Gewinn 1905/06 von . . .		» 300 000,—
durch Zinsen		» 26 104,40
zusammen		M. 601 303,61
wogegen an Jubiläumsgaben und Unterstützungen an Arbeiter, Beamte und für allgemeine Zwecke der Arbeiter und Beamten		» 53 111,23
ausgegeben wurden, so daß per 31. Juli 1907 ein Saldo von		M. 548 192,38
verbleibt.		

Die Gesamtleistungen im Interesse der Beamten und Arbeiter stellen sich im Berichtsjahre wie folgt:

a) Kranken-, Invaliden- und Unfallversicherung	M.	461 941,33
b) Beiträge zur Pensions-, Witwen- und Waisenkasse	»	386 765,—
c) Beiträge zum Dispositionsfond .	»	300 000,—
d) Gratifikationen	»	600 000,—
e) Anderweitige Unterstützungen .	»	149 314,19
zusammen	M.	1 898 020,52

Auf dem Gewinn- und Verlustkonto sind außer den normalen Abschreibungen die bereits erwähnten Extra-Abschreibungen in Höhe von M. 2 355 509,03 verrechnet worden, und stellt sich der Reingewinn darnach auf . . . . . M. 10 165 531,23

für welchen wir folgende Verteilung in Vorschlag bringen:

Für Gratifikationen und Gewinnbeteiligungen an Angestellte und Arbeiter zur Dotierung des Dispositionsfonds für Verwendung im Interesse von Beamten und Arbeitern	M.	800 000,—
	»	350 000,—
Gewinnanteile der Gesellschafter . .	»	8 986 588,33
	M.	10 136 588,33
auf neue Rechnung vorzutragen . .	»	28 942,90
	M.	10 165 531,23

Neue Bücher.

Grofsstädtische Kraftwerke für Privatbetriebe (nach fremden und eignen Entwürfen). Von E. Josse, Professor an der Kgl. Technischen Hochschule zu Berlin. Sonderabdruck aus der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure. Mit 45 Textfiguren. München und Berlin 1907, Verlag von R. Oldenbourg. Preis M. 1,50.

Die interessante Schrift behandelt Kraftwerke für räumlich wenig ausgedehnte Versorgungsgebiete (einzelne Grundstücke bzw. Komplexe benachbarter Grundstücke), wie sie in Berlin zum Teil unter Mitwirkung des Verfassers ausgeführt sind. Die Kraftwerke dienen in erster Linie zur Erzeugung von elektrischem Strom für Beleuchtung und kleine Motoren zu Aufzügen, Hilfsmaschinen usw., einige haben außerdem noch die Aufgabe, die Heizung der betreffenden Häuser zu besorgen

oder Energie in jeder vom Besitzer gebrauchten Form, z. B. auch Kälte, zu liefern.

Der Verfasser zeigt, wie der Einbau der verlangten Leistung, welche in einigen Fällen der eines Elektrizitätswerkes einer mittleren Stadt gleichkommt, in Räumen von beschränkten Abmessungen und ungünstiger Lage ermöglicht wurde, und wie für die sichere und wirtschaftliche Betriebsführung die vollkommensten Mittel des Maschinenbaues angewendet werden mußten.

Die Erzeugung der Energie in Sauggasanlagen mit Anthrazit- und Braunkohlengeneratoren, Dieselmotoren und Dampfanlagen wird hinsichtlich Betriebstüchtigkeit und Wirtschaftlichkeit erörtert, unter Mitteilung des Brennstoffverbrauches und der Betriebskosten für Berliner Verhältnisse. Dabei zeigt es sich, daß die Benutzbarkeit des Abdampfes der Dampfmaschinen für Zentralheizung den Ausschlag zugunsten der Dampfanlage geben kann und unter Umständen auch auf die gleichzeitige Aufstellung von Auspuffdampfmaschinen und Sauggasmotoren hinweist, um im Sommer und Winter höchste Wirtschaftlichkeit erzielen zu können.

Der elektrische Teil der Privatkraftwerke lag außerhalb des Rahmens der Schrift; indessen ist zu ersehen, daß sich die Aufstellung einer Akkumulatorenbatterie in allen Fällen als wirtschaftlich herausgestellt hat.

M. Gerstmeyer.

Hilfsbuch für Elektropraktiker. Begründet von H. Wietz und C. Erfurth, neu bearbeitet von W. Fuhrmann und C. Erfurth. Sechste vermehrte und verbesserte Auflage. In 2 Teilen mit je ca. 230 Figuren. Leipzig 1907. Verlag von Hachmeister & Thal.

Die Zahl der Hilfsbücher, Kalender und sonstigen Rat- und Nachschlagebücher auf dem Gebiete der Elektrotechnik ist nicht gering, und bei vielem Unbrauchbaren wird auch manch' Gutes dem Leserkreise geboten. Zu den Werken der letzteren Gattung kann ohne Bedenken das »Hilfsbuch für Elektropraktiker« gezählt werden. Wenn dasselbe auch nicht gerade eine fühlbare Lücke in der elektrotechnischen Literatur ausfüllt, so beweist doch die nunmehr vorliegende VI. Auflage, daß das Werk in Interessentenkreisen, denen es gewidmet wird, wie bei Installateuren, Monteuren und Besitzern elektrischer Anlagen, ein gern gesehenes Rat- und Nachschlagebuch geworden ist.

Das Werk behandelt in zwei gesonderten Teilen die Schwachstrom- und Starkstromtechnik, und zwar in allgemeiner, verständlicher Form ohne umfangreichen Formelschatz und ohne die Bedingung gewisser technischer Vorbildung. Schon im ersten Vorworte weisen die Verfasser auf diese Form der Behandlung des Stoffes hin und sind ihr in allen Kapiteln treu geblieben.

Im I. Teil werden zunächst allgemeine Vorkenntnisse behandelt, die dem Leser das Verständnis der elektrischen Erscheinungen erleichtern sollen. Es werden die Begriffe der elektromotorischen Kraft, der Stromstärke, des Ohmschen Widerstandes, der Erzeugung der Elektrizität durch Magnetismus usw. erklärt. Im zweiten und dritten Abschnitt dieses Teils kommen dann die galvanischen Elemente und Leitungen zur Behandlung, während der vierte und fünfte Abschnitt den Telegraphen und Telephonen gewidmet ist. In den folgenden Abschnitten wird dann über elektrische Uhren, die elektrische Minen- und Motorzündung und schließlich die Blitzableiter gesprochen. Besonders diese Kapitel bringen manches Neue und Interessante und werden Vielen recht erwünscht sein.

In einem Anhange zum I. Teil sind dann eine Reihe von behördlichen und sonstigen Vorschriften, Münz- und Maßtabellen, Löhnungstabellen usw. angegliedert.

Der II. Teil behandelt in gedrängter, jedoch leicht verständlicher Form — oft allerdings recht knapp — das umfangreiche Gebiet der Starkstromtechnik. Auch hier wird zunächst mit der Erläuterung allgemeiner Vorkenntnisse begonnen, und man kann sagen, daß diese den Verfassern recht gut gelungen ist. Daran schließen sich Abschnitte über Dynamomaschinen, Transformatoren und Akkumulatoren, ihr Wesen, ihre Schaltung, Arbeitsweise und Bedienung sowie ihren Verwendungszweck, die durch eine Reihe von Schaltungsskizzen und Abbildungen reichlich unterstützt werden. Kurz sind hier auch Angaben über Inbetriebsetzung und Parallelschaltung gemacht.

Ferner werden die Leitungen sowie die elektrische Beleuchtung und Kraftübertragung mit Einschluß der Lampen besprochen.

In den Anhang sind wieder eine ganze Reihe von Tabellen, Vorschriften usw. aufgenommen worden.

Das Buch kann empfohlen werden und wird zu dem alten Leserkreise gewiß neue Freunde gewinnen. Die Ausdrucksweise ist klar, die Ausstattung seitens der Verlagsbuchhandlung praktisch und gut. Kyser.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

3. Umwandlung der mechanischen Energie in elektrische.

The Development of Continuous Current Turbogenerators. Von Dr. R. Pohl. (Elect. Enging., 5. Dez. 1907.) Der Verfasser erörterte in einem Vortrage vor dem Inst. of Elect. Eng. die Bedingungen und Mittel zur Erhöhung der Drehzahl und Leistung bei Gleichstromturbogeneratoren, nach folgenden Gesichtspunkten:

a) Mechanische Beanspruchung der Schutzringe für die Spulenköpfe durch Fliehkräfte; zulässige Maximalbeanspruchung bei gewöhnlicher Bronze 260 kg/qcm, bei Phosphorbronze 600 kg/qcm, die entsprechenden höchsten Ankerumfangsgeschwindigkeiten 50 m bzw. 75 m pro Sek.

b) Das Funkenüberschlagen am Kollektor (flash-over) hängt von der zulässigen Spannung pro Segment ab; mit Rücksicht auf Verunreinigungen und Belastungsschwankungen am Kollektor sollte man 40 Volt pro Segment nicht überschreiten; hieraus berechnet sich leicht die maximale Ankerlänge bei gegebener Eiseninduktion und Umfangsgeschwindigkeit.

c) Die Stromwendung am Kollektor begrenzt die zulässige AW-Zahl pro Ankerumfang, somit auch die Höchstleistung bei bestimmter AW-Zahl. Einer bestimmten Drehzahl entspricht bei gegebenem Ankerdurchmesser eine Höchstleistung des Generators, und ist deren Zusammenhang in Fig. 179 graphisch wiedergegeben. In der Figur sind die Schaulinien *C* bis *E* in der Diskussion von Ellis hinzugefügt und bedeuten: *A* die Normalwerte bei Parsonsturbinen, *B* die Maximalwerte der zugehörigen Generatoren (nach Dr. Pohl), *C* die Normalwerte bei Curtisturbinen, *D* die wirtschaftlichen Grenzwerte für Generatoren (geringste Kosten), *E* Grenzwerte für Generatoren ohne jedes Hilfsmittel zur Verbesserung der Kommutierung. Im übrigen sind Wendepolmaschinen vorausgesetzt. Es erscheint nach dieser Darstellung schwierig, die Drehzahl dem Dampfturbinenantrieb anzupassen und es wird dann häufig Teilung des Generators in zwei kleinere Einheiten (bei direkter Kupplung mit einer Dampfturbine) angewendet.

Unipolarmaschinen wurden von der Gen. Ele. Co. für Leistungen bis 500 KW hergestellt; ihrer praktischen Verwendung steht das hohe aktive Eisengewicht (bis zum 10 fachen Wert der normalen Typen) und die Schwierigkeiten die Stromabnehmer und

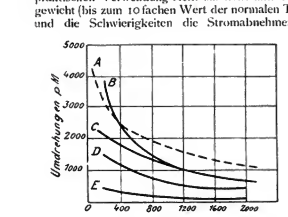


Fig. 179. Abhängigkeit der Hochstleistung von der Drehzahl für Turbogeneratoren.

Schleifringe bei den erforderlichen hohen Geschwindigkeiten (100 m/Sek.) entgegen. Die vom Verfasser vorgeschlagenen Mittel zur Vergrößerung der Leistungsfähigkeit normaler Gleichstromturbogeneratoren sind zusammenfassend: 1. Ersatz der Bronzeschutzringe durch Nickelstahl. 2. Erzielung einer geradlinigen Charakteristik bei Wendepolmaschinen behufs Erhöhung der AW-Zahl pro cm Umfang. Verfasser schlägt die Verwendung eines Nebenschlußwiderstandes aus Eisen parallel zu den Wendepolen vor, dessen Widerstand bei Belastungszunahme rasch wächst. 3. Vergrößerung der Segmentbezw. der Leiterzahl durch Anordnung von Zwischenleitern an jeder Spule, wodurch die Reaktanzspannung verringert werden soll. Die Selbstinduktion sämtlicher Zwischen- oder Hilfsleiter im Pol wird durch Einbettung derselben in gemeinsame Nuten eliminiert und durch Verlegung der Hilfsleiter in ein Kupferrohr. Durch Anordnung sog. Ausgleichs- oder Aequipotentialverbindungen könnte eine wirksame Dämpfung erzielt werden.

Die letztgenannten Schaltungen hatten, wie die Diskussion ergibt, folgende Nachteile: Vergrößerung des Kollektordurchmessers (Flichkräfte!), schwere Reparaturfähigkeit, hohe Selbstinduktion.

Walker stellt vom Betriebsstandpunkte folgende Forderungen: 1. Anwendung von Kohlenbürsten. 2. Vermeidung des Funkenüberschlagens an den Schrumpfringen des Kollektors. 3. Spannung pro Segment nicht mehr als 20 Volt, bei praktischen Ausführungen noch weniger (11½ Volt). 4. Die Westinghouse Co. wendet Hilfsspulen von der Form der Hauptspulen an, welche in den Hauptnuten eingebettet sind und nur die halbe Ankerlänge besitzen, die Selbstinduktion wird durch Verstärkung der Wendepole aufgehoben. Es konnte durch diese Anordnung die Drehzahl einer 1000 KW-Maschine auf 1500 pro Min. erhöht werden.

4. Fortleitung der elektrischen Energie.

Gesichtspunkte für den Bau von Apparaten und Schaltanlagen. Von J. Schmidt, Nürnberg. Fortsetzung und Schluß. (Schweiz. E. T. Z., 23. Nov. 1907, S. 581; 30. Nov. 1907, S. 597.)* Beschreibung verschiedener Transformatoren- und Umformerwerke.

6. Wirtschaftliche Untersuchungen.

Wärmeverbrauch von Gas- und Turbodynamos in Hüttenkraftwerken. Von E. Riecke. (Stahl und Eisen Nr. 48, 27. Nov. 1907.) Es ist bei der Bestimmung des Wärmeverbrauches von Hüttenkraftwerken in der Regel mit stark schwankender Belastung zu rechnen, besonders wenn Walzenstraßen angeschlossen sind. Im Anschluß an das Kraftwerk des Eisenwerkes Trzynietz der Österreichischen Berg- und Hüttenwerks-Gesellschaft sind Untersuchungen über den Wärmeverbrauch der Gasmaschinen und Vergleiche mit demjenigen, der sich bei Aufstellung von Dampfturbinen und Heizung der Kessel mit Hochofengasen ergeben würde, angestellt. Ergebnis:

Der Wärmeverbrauch der Gasmaschinen nimmt mit sinkender Belastung viel weniger ab als derjenige von Dampfturbinen; der gesamte Wärmeverbrauch ist bei Turbodynamos und einem Belastungsdiagramm entsprechend demjenigen des Kraftwerkes Trzynietz nur rund 50% größer als bei Gasmaschinen.

Elektrizitätswerke kleinerer und mittelgroßer Städte. Von F. Roß. (E. u. M., Wien, 13. Okt. 1907, S. 783.) Das im Jahre 1895 errichtete Elektrizitätswerk der Stadt Görlitz, das mit Wechselstrom von 2000 Volt gearbeitet hatte, wurde in ein Gleichstromwerk von 2 × 220 Volt umgewandelt, um, wie es hieß, den Betrieb des Werkes wirtschaftlicher zu gestalten. An Hand der Statistik wird nachgewiesen, daß sich die Betriebsverhältnisse in der Tat wesentlich verschlechtert haben. Man muß eben, wenn man mit Gleichstrom arbeiten will, schon notgedrungen zu höheren Spannungen übergehen, wenn man nicht auf unmöglich hohe Anlagekosten kommen will. Heute aber ein Elektrizitätswerk mit 220 Volt Lampenspannung neu zu bauen, ist unbedingt ein großer Fehler. Anderseits erheischt die Herstellung der Glühlampen eine niedrigere Spannung, etwa 55 Volt, so daß die Fäden entsprechend widerstandsfähiger werden. Will man aber bei Verwendung niedriger Lampenspannungen die normal in unseren kleineren Städten vorkommenden Entfernungen überwinden, so bleibt nichts anderes übrig, als zum Wechselstrom zu greifen. Auch in den Zeiten, wo sonst der Strombedarf gering ist, muß für eine angemessene Belastung des Werkes gesorgt werden. Dies ist sehr leicht möglich, wenn man, wie es auf Vorschlag des Verfassers in Agram geschehen ist, den Betrieb des Elektrizitätswerkes mit jenem des Wasserwerkes vereinigt, da der höchste Wasserbedarf immer in Zeiten eintritt, wo das Elektrizitätswerk schwach belastet ist, und wenn man den bei jedem Wasserwerke vorhandenen Hochbehälter als Akkumulator verwendet. Immerhin ist es ratsam, für die Dynamos Antriebsmaschinen zu wählen, die auch in Stunden schwacher Belastung verhältnismäßig wirtschaftlich arbeiten. Am günstigsten arbeitet bei veränderlicher Belastung der Petroleummotor, welcher bei Leerlauf nur 25% des Brennstoffverbrauchers bei Vollast braucht. Außerdem ist der Brennstoffverbrauch kleiner Einheiten nur wenig größer als bei großen Einheiten (ein Dieselmotor von 30 PS braucht etwa 220 g Rohöl/PS, ein solcher von 200 PS dagegen etwa 200 g/PS).

Beispiel: Es ist ein Werk für 15000 angeschlossene Glühlampen und Motoren für einen Anschlußwert von 200 PS zu entwerfen und es soll untersucht werden, wie sich die Anlage- und Betriebskosten, einmal bei Verwendung von Wechselstrom und

Metallfadenlampen, das andere Mal bei Gleichstrom und den dann erforderlichen 220 Volt Kohlenfadenlampen stellen.

	Gleichstrom	Wechselstrom
Anschlußwert von 15 000 Lampen	855 KW	360 KW
Anschlußwert von 200 PS	180 »	180 »
» zusammen	1035 »	540 »
Leistung des Werkes (40 %)	414	216 »
Jahresbetriebsdauer f. Licht	350 St/KW.	350 St/KW.
» » Kraft	450 »	450 »
Jahresleistung für Licht	290 550 KW.St.	126000 KW.St.
» » Kraft	81 000 »	81 000 »
» zusammen	380 250 »	207 000 »
Verluste	20 %	50 %
Zu erzeugende elektrische Arbeit	475 KW.St.	414 KW.St.
Maschinensätze	3×190 KW	3×110 KW.
Akkumulatoren	44 KW	—
Gesamtleistung des Werkes	614 KW	330 KW
Anlagekosten (Kraftwerk und Leitungsnetz)		
1200 M./KW	M. 735 000	M. 400 000
Verzinsung usw. (8 %)	M. 58 700	M. 32 000
Rohöl-Verbrauch	0,3 kg/KW.St.	0,4 kg/KW.St.
Kostenbetrag für 6,4 M./100 kg	M. 9 100	M. 10 600
Summe der Hauptausgaben	M. 67 800	M. 42 600

Messung der Eisenverluste im Wechselstrombetriebe.

Von Dr. Sahulka. (E. u. M., Wien., 20. Okt. 1907, S. 808.)* Mit Benutzung des vom Verfasser zuerst beschriebenen Halbperiodenkontaktes kann die maximale Feldstärke in einem Eisenkerne unmittelbar abgelesen werden; dadurch ist eine sehr einfache und genaue Messung der Eisenverluste möglich. Es sind die Versuchsergebnisse wiedergegeben, welche an einem Ringe erhalten wurden, der aus feinem umsponnenen Eisendraht bestand. Eisengewicht: 3,558 kg. Länge des Drahtes: etwa 16 km.

Versuche bei 20 Per.		Versuche bei 31 Per.		Versuche bei 48,33 Per.	
maximale Feldstärke	Joulleverlust pro 1 Per. und 1 kg	maximale Feldstärke	Joulleverlust pro 1 Per. und 1 kg	maximale Feldstärke	Joulleverlust pro 1 Per. und 1 kg
2 591	0,0166	2 873	0,0212	2 781	0,0212
6 680	0,0839	6 426	0,0862	6 851	0,0941
8 785	0,1325	8 488	0,1342	8 526	0,1367
10 040	0,1644	9 821	0,1699	9 749	0,1728
11 133	0,1932	10 761	0,1964	10 720	0,1969
12 348	0,2248	11 623	0,2161	11 473	0,2165
12 915	0,2347	12 172	0,2281	12 077	0,2309
		12 929	0,2410	12 714	0,2457

Im vorliegenden Falle sind wegen der Feinheit des isolierten Eisendrahtes die Wirbelstromverluste zu vernachlässigen, so daß die Eisenverluste die Hystereseverluste darstellen. Im Bereiche bis zu 50 Perioden sind die Hystereseverluste keineswegs unabhängig von der Periodenzahl; die Unterschiede betragen fast 9 %. Mit wachsender Periodenzahl nimmt der Hystereseverlust pro Periode bei gleicher Kraftlinienzahl zu. Bei den untersuchten Eisensorten nehmen die Verluste mit steigender Feldstärke in geringerem Maße zu als gemäß dem Steinmetzschen Gesetze. Zum Schluß wird ein zur Untersuchung von Eisenblechen bestimmter Apparat beschrieben, der aus einer hölzernen Tasche zur Aufnahme der Bleche besteht und mit einer primären und einer sekundären Wicklung versehen ist.

Versuche an einer kleinen Dampfturbine mit veränderlicher Umlaufzahl und Umsteuerbarkeit.

(Zeitschr. f. d. ges. Turbinenwesen, Jahrgang 1907, Heft 33, Seite 493 ff.) Prof. Belluzzo veröffentlicht das Ergebnis von Versuchen über die Wirtschaftlichkeit einer nach seinen Angaben für 80 PS und 2000 minutliche Umdrehungen gebauten Dampfturbine bei Drehzahlen von 2000 bis 3000.

Die Turbine hat 10 Laufräder, die in zwei Gruppen zu je drei und eine zu vier Rädern geteilt sind, die Räder der dritten Gruppe besitzen außerdem Rückwärtsschaufeln, die für die Umkehrung der Drehrichtung bestimmt sind.

Es sind zwei Leitapparate für den Dampfeintritt bei Vorwärtsgang der Maschine vorhanden; ein Hauptleitapparat, der bei 3000 Umdr. pro Min. nur die sechs Räder der ersten beiden Gruppen, und ein Nebenleitapparat, der bei 2000 Umdr. auch noch die vier Räder der letzten Gruppe beaufschlagt. Es findet also dasselbe Prinzip Verwendung, das Parsons für die Erniedrigung der Drehzahl benutzt. Für den Rückwärtsgang ist nur ein Leitapparat vorgesehen.

Was das Versuchsergebnis anlangt, so sind zwei Zahlenreihen aufgestellt, die zeigen, welche Zeit vergeht, wenn der Rotor von einer bestimmten Geschwindigkeit in der einen Drehrichtung auf die gleiche in der entgegengesetzten Drehrichtung gebracht wird, und eine Kurventafel über den Dampfverbrauch. Es beträgt der Dampfverbrauch pro eff. PS.St. bei 45 PSe:

Umdr. pro Min.					
bei	2000	12	kg unter Benutzung des Hauptleitapparates		
»	3000	9,4	» »	»	»
»	2000	8,9	» »	»	Nebenleitapparates.

Die Anwendung des Nebenleitapparates ergibt also eine Steigerung der Wirtschaftlichkeit um 26 %.

Relation Betwen Temperature and Power Station Loads.

(Street R. Journ., 30. Nov. 1907, S. 1053.) Untersuchungen über den Einfluß der Außentemperaturen auf den Arbeitsverbrauch bei der Bostoner Hochbahn. Tabelle I zeigt die Unterschiede im täglichen Verbrauch in KW.St. im Kraftwerk vom 1. Okt. 1906 bis 1. Okt. 1907 im Verhältnis zu den mittleren Temperaturen.

Tabelle I.

Tägl. KW.St.	Temperatur (°C)	Tägl. KW.St.	Temperatur (°C)
340 000	29	500 000	4
360 000	24	520 000	2
380 000	21	540 000	— 1
400 000	17	560 000	— 3
420 000	14	580 000	— 6
440 000	12	600 000	— 7
460 000	9	620 000	— 9
480 000	7		

Tabelle II zeigt die Beziehung zwischen Leistung und Temperatur zur Zeit des stärksten Verkehrs zwischen 5 und 6 Uhr nachmittags, in der Zeit vom 1. Okt. 1905 bis 1. Okt. 1906.

Tabelle II.

Mittl. KW	Temperatur (°C)	Mittl. KW	Temperatur (°C)
26 000	34	36 000	7
28 000	27	38 000	3
30 000	21	40 000	— 2
32 000	16	42 000	— 7
34 000	11	44 000	— 10

Bezeichnet N die Anzahl der Wagen im Betrieb, t die Temperatur in Fahrenheit, so ergibt sich für die Winterzeit folgende Gleichung:

$$KW = 2660 + N\,(24{,}3 - 0{,}134\,t).$$

Hierin stellt 2660 die ständige Belastung durch die Werkstätten etc. dar. Die Äquivalentzahl von 7,5 m langen Wagen betrug beim Höchstverkehr 2350 im Durchschnitt. Die Zahl 24,3 bedeutet den mittleren KW-Verbrauch eines Wagens im Kraftwerk bei 30° F. Mit Hilfe der Formel konnte die Belastung bis auf 2,5 v. H. vorhergesagt werden.

The Commercial Aspect of Electric Power Lupply. (Eleet. Engineering. 26. Dez. 1907.) Vortrag, gehalten vor dem Inst. of Elect. Eng. (Leeds). Von B. Woodhouse. Das gegenwärtige Bestreben nach Zentralisation der Elektrizitätswerke ist einerseits bedingt durch die möglichste Herabsetzung der Anlage- und Betriebskosten, anderseits beschränkt durch die Kosten der Übertragungsanlage und der Übertragungsverluste. Die Anlage kleiner Kraftwerke ist für Stromabnehmer (Fabriken etc.) deren Strombedarf 10 bis 20% der Leistung des Kraftwerkes überschreitet, nicht wirtschaftlich und in solchen Fällen eigene (isolierte) Stromerzeugungsanlagen (hoher Belastungsfaktor) für den Abnehmer vorteilhafter. Je größer daher ein Werk, desto größer die zulässige prozentuelle Abnehmerleistung. Der Wirkungshalbmesser hängt, außer von der Werksleitung, von Art und Charakter der Belastung und der Stromverteilung längs der Übertragungsleitung ab. Die Anlagekosten pro KW verdoppeln sich bei einer Verringerung der Kraftwerksleistung von 60000 KW auf 600 KW (von M. 200 auf M. 400 pro KW); der Kohlenverbrauch wird bei Verminderung der Generatorleistung von 3000 KW auf 300 KW um 60% größer. Von größter Wichtigkeit für die Betriebskosten ist der Belastungsfaktor, wie aus folgender Gegenüberstellung hervorgeht:

	Belastungsfaktor in %		
	15	30	60
Relativer Kohlenverbrauch .	100	70	55
» Lohnbetrag . . .	45	25	12,5
Instandhaltung, Reparaturen .	60	48	36
	205	143	103,5

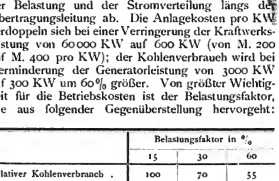


Fig. 180.
Abhängigkeit der Betriebs- und Anlagekosten bei verschiedener Leistung pro Maschineneinheit und Anlage von dem Belastungsfaktor.

Noch deutlicher ist der Einfluß des Belastungsfaktors und verschieden großer Stromerzeuger und Anlagen auf die Anlage- bzw. Betriebskosten pro Einheit aus Fig. 180 zu ersehen. Es geht hieraus hervor, daß die Übertragungskosten die dreifachen Werkkosten übersteigen dürfen, bzw. die Übertragungsverluste die doppelten Werkverluste, ehe die isolierte Stromerzeugung wirtschaftlicher wird als die zentralisierte. Von größter Wichtigkeit ist hierbei ein einheitliches Zusammenwirken von Unternehmer, Stromerzeuger und Stromabnehmer.

B. Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft.

1. Antrieb von Hüttenmaschinen.

Neues in österreichischen Eisenhüttenwerken. Von Dr.-Ing. Th. Naska, Olmütz. (»Stahl und Eisen« Nr. 47 und 48, 20. und 27. Nov. 1907.) Für Anwendung des elektrischen Antriebes auf Eisenhüttenwerken sind in Österreich gegenwärtig besonders die Anlagen des Eisenwerkes Trzynietz der Österreichischen Berg- und Hüttenwerksgesellschaft bemerkenswert. Sämtliche Walzenstraßen sind elektrisch angetrieben. Am wesentlichsten ist die Umkehrstraße, deren elektrischer Teil nach Patent Ilgner ausgeführt ist. Die Grobstrecke und das Feineisenwalzwerk sind gleichfalls elektrisch angetrieben, ebenso die große Zahl der Hilfsmaschinen, wie Krane, Blechscheren, Rollgänge usw.

Auf dem der Prager Eisenindustrie-Gesellschaft gehörenden Eisenwerke Kladno und auf dem Eisenwerk Königshof sowie dem Eisenwerk Althütten, beide der Böhmischen Montan-Gesellschaft gehörend, haben nur die letztgenannten Hilfsmaschinen elektrischen Antrieb erhalten, während die großen Arbeitsmaschinen, wie Walzenstraßen usw. durch Dampfmaschinen oder Gasmaschinen angetrieben werden. Näher beschrieben werden die Transportanlagen, Blechwalzwerke usw.

G. Bahnbetrieb und -unterhaltung, Verkehrswesen.

Betriebskosten elektrischer Bahnen in den Vereinigten Staaten. (E. u. M. Wien, 25. Aug. 1907, S. 663.) Bei 22 der größten amerikanischen Bahnsystemen ergeben sich als Betriebskosten (in Prozenten der gesamten Betriebskosten) folgende Mittelwerte:

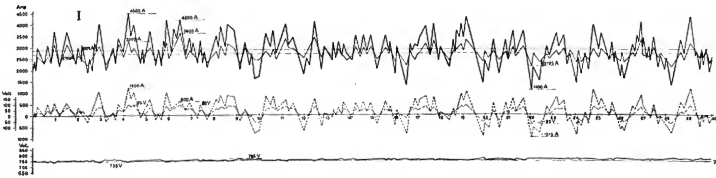
Unterhaltung der Gleise, Leitung, Unterbau, Gebäude	7,457 %
Unterhaltung des Betriebsmaterials und der Werkstätte	11,704 %
Stromkosten (Brennmaterial, Öl, Putzkosten)	17,341 %
Betrieb des rollenden Materials (einschl. Löhne, Reinigung der Gleise) . . .	45,879 %
Verschiedene Ausgaben (Gehälter, Verwaltungskosten)	17,299 %

Die Betriebskosten haben im Mittel 65,72% der Einnahmen ausgemacht. Die Unterhaltung der elektrischen Anlage und der Motorwagen für einen Wagen und fürs Jahr belaufen sich auf M. 1025, die der elektrischen Ausrüstung der Motorwagen für einen Wagen und fürs Jahr auf M. 432, die gesamten Betriebskosten für 1 Wagen-km auf M. 0,85, davon entfallen auf das Kraftwerk an Unterhaltungskosten für 1 Wagen-km 14,7 Pf. und auf die Erhaltung der Motorwagen für 1 Wagen-km 9,6 Pf.

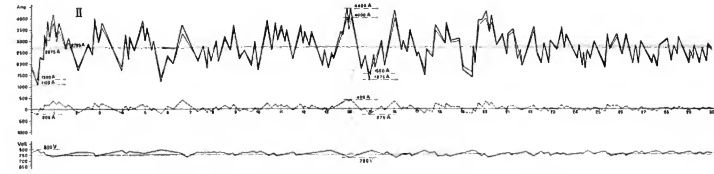
Herausgegeben von Professor Dr. Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

W. Weißbach, Die umkehrbare Batteriezusatzmaschine

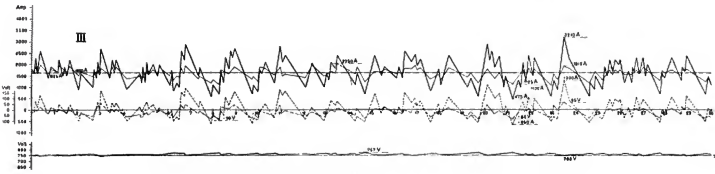
Strom- und Spannungs-Schaulinien im Pufferbetriebe mi
elektrischen Hoch- und Untergrundbahn



Pufferbetrieb mit Piranimaschine (zwischen 6,35 und 7,05 Uhr vormittags).



Pufferbetrieb ohne Piranimaschine (zwischen 7,30 und 8 Uhr vormittags).

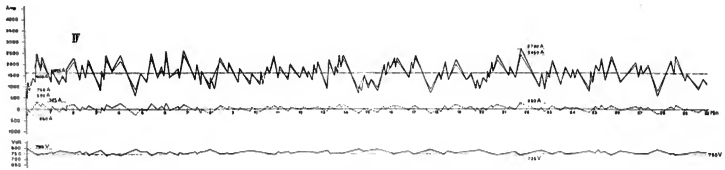


Pufferbetrieb mit Piranimaschine (zwischen 10,35 und 11,05 Uhr vormittags).

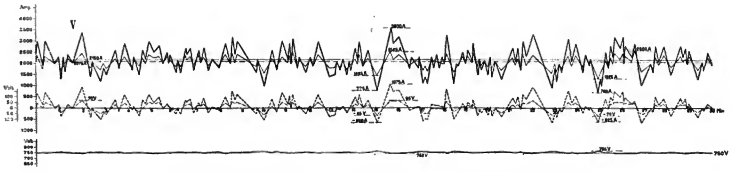
Netzstromstärke.
Maschinenstromstärke.
Sammelschienenspannung
Mittlere Netzstromstärke
Mittlere Maschinenstrom
Zusatzspannung der Pira
Batteriestromstärke.

, Bauart Pirani, der Siemens-Schuckertwerke, G. m. b. H.

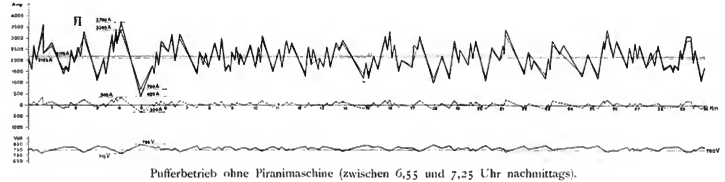
und ohne Piranimaschine, aufgenommen im Kraftwerk der
Berlin, Trebbinerstraße, am 29. Mai 1907



Pufferbetrieb ohne Piranimaschine (zwischen 11,15 und 11,45 Uhr vormittags).



Pufferbetrieb mit Piranimaschine (zwischen 6,20 und 6,50 Uhr nachmittags).



Pufferbetrieb ohne Piranimaschine (zwischen 6,55 und 7,25 Uhr nachmittags).

3.

stärke | durch Planimetrierung erhalten.
nimaschine.

Druck und Verlag von R. Oldenbourg in München u. Berlin.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN
CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A. Kgl. Techn. Hochschule,
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRUGER-Mailand; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **24. März 1908.** **Heft 9.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bei direkter Zustellung unter Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36 maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Anzeigenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Die umkehrbare Batteriezusatzmaschine, Bauart Pirani, der Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H. Von Dipl.-Ing. W. Weißbach. (Mit Tafel II.) S. 161.

Die Tunnelentwürfe der Großen Berliner Straßenbahn. S. 166.

Kleine Nachrichten. S. 172. Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft: Schnellaufende Motoren für Zentrifugalpumpen. — Einführung der elektrischen Betriebe auf einem amerikanischen Bergwerke. — Beleuchtung, Heizung, Lüftung: Die Luftverhältnisse in den Tunneln der New Yorker Untergrundbahnen.

Aus den Generalversammlungen. S. 176. Auszug aus dem Bericht über das Geschäftsjahr 1906/1907 der Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. W. Lahmeyer & Co., Frankfurt a. Main.

Neue Bücher. S. 177.

Zeitschriftenschau. S. 177.

Die umkehrbare Batteriezusatzmaschine, Bauart Pirani, der Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H.

Von Dipl.-Ing. W. Weißbach. (Mit Tafel II.)

Die umkehrbare Batteriezusatzmaschine, Bauart Pirani, im nachfolgenden kurz Zusatz- oder Piranimaschine genannt, wird zur Verbesserung der Pufferwirkung von Akkumulatorenbatterien verwendet, und zwar mit besonderem Vorteil in solchen Krafterzeugungsanlagen, deren Belastung zufolge der Eigenart der angeschlossenen Betriebe plötzlichen und unregelmäßigen Schwankungen von erheblicher Größe unterworfen ist. In allen Betrieben dieser Art wie Bahnanlagen, Walzwerken, Förderanlagen usw. hat man die Beobachtung gemacht, daß eine Pufferbatterie, deren Spannung bei Belastung im allgemeinen schneller abfällt, als die der neuzeitlichen Stromerzeuger, selbst bei großen Belastungsschwankungen unverhältnismäßig wenig ihrem eigentlichen Zweck, nämlich dem der Belastungsausgleichung, dienstbar gemacht wird.

Diesem Mangel abzuhelfen, ist die Piranimaschine bestimmt, die bisher fast ausschließlich in Bahnkraft- und Umformerwerken Verwendung gefunden hat, die aber neuerdings auch in Anlagen ähnlichen Charakters Eingang findet.

Das vollkommen selbsttätig erfolgende Eingreifen der Piranimaschine bewirkt, daß bei großen Netzbelastungen die Batterie sich kräftig entlädt, daß anderseits bei geringen Belastungen die Batterie von den Stromerzeugern aufgeladen wird; hierdurch kann eine verhältnismäßig gleichmäßige Hauptmaschinenbelastung und in zweiter Linie eine sehr gleichmäßige Sammelschienenspannung erreicht werden.

Diese Vorteile bleiben auch bestehen, wenn, wie beispielsweise bei Seilbahnen oder Förderanlagen, mit zeitweiliger Stromrückgewinnung gerechnet werden muß. Der aus dem Netz fließende Strom wird durch die Piranimaschine zur Batterieladung herangezogen, ohne daß dabei die Stromerzeuger wesentlich entlastet würden; vorausgesetzt, daß die Batterie reichlich genug bemessen ist.

Die gleichmäßigere Belastung der Stromerzeuger und damit der Antriebsmaschinen gewährleistet einen günstigen Brennstoffverbrauch und damit mehr oder minder bedeutende Ersparnisse an Betriebskosten. Ferner können bei Neuanlagen häufig für die Stromerzeuger und ihre Antriebsmaschinen kleinere Typen gewählt werden, da mit wesentlich geringeren Überlastungen derselben gerechnet werden darf. In bereits bestehenden Betrieben entspricht dies unter Umständen dem Außerbetriebsetzen eines Hauptmaschinensatzes zu gewissen Zeiten, bzw. dem Hinausschieben einer sonst notwendigen Vergrößerung der Stromerzeugungsanlage. In Umformerwerken bietet die gleichmäßigere Umformerbelastung nebenbei einen nicht zu unterschätzenden Vorteil in bezug auf Wirkungsgrad, auf Leistungsfaktor der Anlage und auf Spannungsabfall in den Hochspannungsspeiseleitungen.

Die gleichmäßige Sammelschienenspannung endlich ist für die genaue Einhaltung des Fahrplanes im Bahnbetriebe sowie für die Schonung der Motoren, Lampen und sonstiger Stromverbraucher von wesentlichem Vorteil; zuweilen wird sogar infolge der gleichmäßigen Spannung der Anschluß gewisser Stromverbraucher, z. B. der Anschluß von Lampen, überhaupt erst möglich.

Die Piranimaschine ist dauernd mit der Pufferbatterie in Reihe geschaltet (Fig. 181).

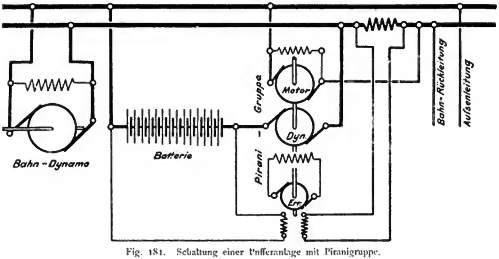


Fig. 181. Schaltung einer Pufferanlage mit Piranigruppe.

Ihre Spannung muß je nach der Netzbelastung die Richtung ändern, um sich zwecks Entladung zur Batteriespannung, zwecks Ladung zur Sammelschienenspannung hinzufügen zu können. Die Erregung der Zusatzmaschine erfolgt daher mit Hilfe einer besonderen, je nach der Belastung die Polarität wechselnden Erregermaschine mit Doppelschluß-Feldwicklung: Die Nebenschlußwicklung liegt an den Klemmen der Batterie, d. h. an einer mit der Belastung der Batterie schwankenden Spannung und wird mithin von einem mit der Belastung der Batterie innerhalb gewisser Grenzen schwankenden Strom durchflossen; die Hauptstromwicklung wird entweder vom gesamten Netzstrom oder, bei großen Stromstärken, von einem dem jeweiligen Netzstrom entsprechenden Teilstrom erregt, der bei Bahnbetrieben in der Regel von einem in die Rückleitung eingeschalteten Widerstand abgezweigt wird. Die Hauptstromwicklung, welche die Erregermaschine im Sinne der Batterie-Entladung beeinflußt, ist der Nebenschlußwicklung, welche im Sinne der Ladung erregt, entgegengeschaltet, so daß je nach der Größe des Verbrauchs im Netz bald die eine, bald die andere Wicklung überwiegt, d. h. bald eine Entladung, bald eine Ladung erfolgt.

Wird im Netz kein Strom verbraucht, so arbeitet die Erregermaschine als reine Nebenschlußmaschine, es erfolgt mithin eine Ladung der Batterie entsprechend ihrem Ladezustand (Fig. 182).

Tritt Strombedarf ein, so durchfließt der Rückstrom, bzw. ein Teil desselben, die Hauptstromwicklung der Erregermaschine und schwächt so das Feld der Erregermaschine. Die Spannung der Erregermaschine und folglich die der Piranimaschine fällt, so daß die Batterie nur noch einen Teil des Stromes empfängt, der von den Hauptmaschinen erzeugt wird, d. h. etwa so viel weniger, als jetzt im Netz verbraucht wird.

Beim weiteren Anwachsen des Strombedarfes tritt dann, wenn der Stromverbrauch gleich der mittleren von den Dynamos erzeugten Stromstärke ist, ein Zustand ein, bei dem die Wirkung der Hauptstromwicklung die der Nebenschlußwicklung aufhebt; die Batterie wird weder geladen noch entladen.

Wächst der Außenstrom weiter an, so überwiegt der Strom in der Hauptstromwicklung den in der Nebenschlußwicklung der Erregermaschine, die Zusatzdynamo entlädt die Batterie, bewirkt also, da die Zusatzspannung bis zu einer gewissen Grenze mit der Netzstromstärke im gleichen Verhältnis zunimmt, je nach der Stärke des Netzstroms ein mehr oder weniger kräftiges Einspringen der Batterie.

Kehrt anderseits der Strom in der Rückleitung seine Richtung um, wie bei Bahnen mit Stromrückgewinnung, so ändert auch der Parallel-Widerstand in der Rückleitung seine Polarität, die Hauptstromwicklung erregt die Erregermaschine in demselben Sinne wie die Nebenschlußwicklung, und zwar im Sinne einer verstärkten Batterie-Ladung.

Da die Spannung der Batterie, an welcher die Nebenschlußwicklung der Erregermaschine liegt, beim Entladen der Batterie sinkt, beim Aufladen steigt, so verstärkt diese Spannungsänderung die Wirkung der Zusatzdynamo im Sinne der kräftigeren Entladung bzw. Ladung.

Die bisherige Anordnung hat zur Folge, daß die Zusatzdynamo, gleichgültig, ob sie auf Ladung oder auf Entladung arbeitet, dieselbe positive oder negative Spannung erzeugt, wenn nur die von der Erregermaschine abgegebene Spannung denselben positiven oder negativen Wert besitzt. Dieser Umstand hat sich aber im Laufe der Zeit als ein Mangel herausgestellt, da es unter gewissen Betriebsverhältnissen von Nachteil ist, dieselbe positive wie negative Charakteristik der Zusatzdynamo

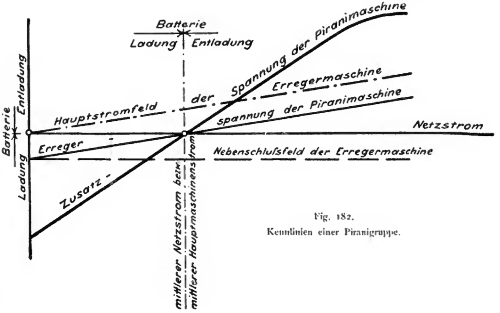


Fig. 182.
Kennlinien einer Piranigruppe.

zu erhalten. Diesem Übelstande helfen die Siemens-Schuckertwerke durch Verwendung einer Eisenaluminiumzelle in Verbindung mit einem ihr parallel geschalteten Regulierwiderstand ab.[1]) (Fig. 183.)

Die Eisenaluminiumzelle hat bekanntlich die Eigenschaft, nur den in einer bestimmten Richtung, z. B. den

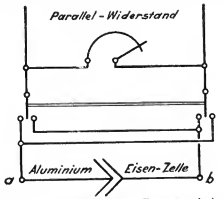


Fig. 183. Aluminium-Eisenzelle im Erregerstromkreis der Zusatzmaschine.

von *a* nach *b* fließenden Strom durchzulassen, nicht aber den von *b* nach *a* fließenden Strom; derselbe wird also im ersteren Falle seinen Weg größtenteils durch die Zelle im letzteren allein durch den Widerstand nehmen.

Schaltet man diese Zelle mit dem Regulierwiderstand in den Erregerstromkreis der Zusatzdynamo ein, welcher ja von einem je nach den Betriebsverhältnissen seine Richtung wechselnden Strom durchflossen wird, so ist es möglich, den in der einen Richtung d. h. den durch die Zelle fließenden Strom ganz unbeeinflußt zu lassen, den in der anderen Richtung fließenden Strom aber durch den Widerstand willkürlich zu schwächen. Durch Vertauschen der beiden Punkte *a* und *b* im Erregerstromkreis mittels eines Umschalters hat man es in der Hand, entweder den beim Laden der Batterie erforderlichen Erregerstrom der Zusatzmaschine zu schwächen, den beim Entladen erforderlichen Erregerstrom aber unbeeinflußt zu lassen, oder diesen zu schwächen und jenen unbeeinflußt zu lassen. (Fig. 184.)

Der so verminderten Erregerstromstärke entspricht je nach der Stellung des Umschalters entweder eine Verflachung der Lade- oder der Entladespannungslinie gegenüber der Neigung der Entlade- bzw. der Ladespannungslinie.

Auf diese Weise kann man bei einem niedrigen Ladezustand der Batterie z. B die etwa erforderliche niedrigere Ladespannung gegenüber der höheren Entladespannung einstellen, um beim Puffern die zulässigen Lade- und Entladestromstärken zu erhalten bezw. nicht zu überschreiten.

Umgekehrt wird nach Umlegen des Schalters bei hohem Ladezustand der Batterie eine etwa erforderliche niedrigere Entladespannung erreicht.

Mittels weiterer zweier Regulierwiderstände in dem Erregerstromkreis der Zusatzdynamo bzw. in der Nebenschlußwicklung der Erregermaschine läßt sich jederzeit ein gutes Zusammenarbeiten der einzelnen Teile der Anlage einstellen, das allen Betriebsverhältnissen Rechnung trägt.

Vor allen Dingen hat man es in der Hand, die Zusatzgruppe so einzuregeln, daß je nach Erfordernis ent-

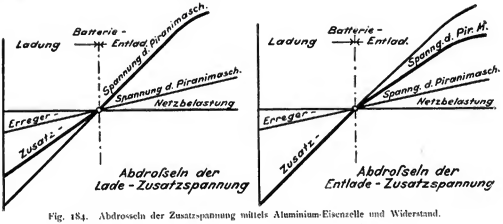


Fig. 184. Abdrosseln der Zusatzspannung mittels Aluminium-Eisenzelle und Widerstand.

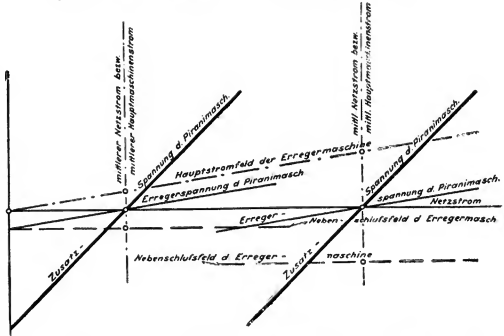


Fig. 185. Parallelverschiebung der Spannungsschaulinie der Zusatzmaschine mittels des Nebenschlußreglers der Erregermaschine.

[1]) D. R. P. Nr. 194467.

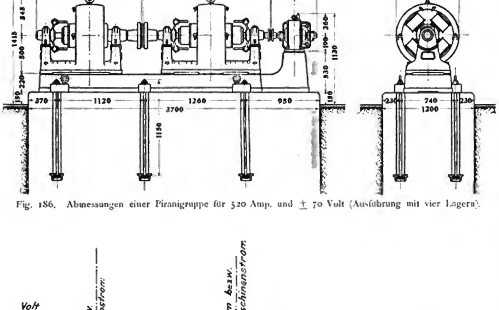


Fig. 186. Abmessungen einer Pranigruppe für 520 Amp. und ± 70 Volt (Ausführung mit vier Lagern).

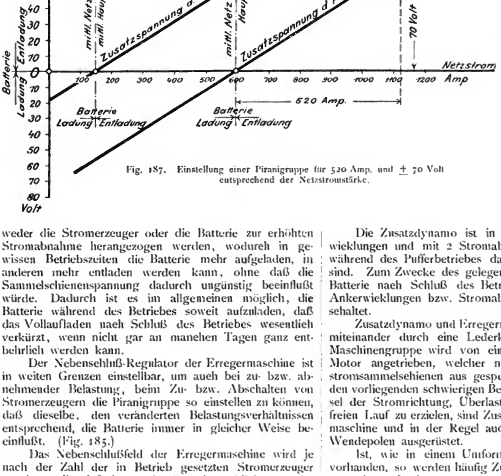


Fig. 187. Einstellung einer Pranigruppe für 520 Amp. und ± 70 Volt entsprechend der Netzstromstärke.

weder die Stromerzeuger oder die Batterie zur erhöhten Stromabnahme herangezogen werden, wodurch in gewissen Betriebszeiten die Batterie mehr aufgeladen, in anderen mehr entladen werden kann, ohne daß die Sammelschienenspannung dadurch ungünstig beeinflußt würde. Dadurch ist es im allgemeinen möglich, die Batterie während des Betriebes soweit aufzuladen, daß das Vollaufladen nach Schluß des Betriebes wesentlich verkürzt, wenn nicht gar an manchen Tagen ganz entbehrlich werden kann.

Der Nebenschluß-Regulator der Erregermaschine ist in weiten Grenzen einstellbar, um auch bei zu- bzw. abnehmender Belastung, beim Zu- bzw. Abschalten von Stromerzeugern die Pranigruppe so einstellen zu können, daß dieselbe, den veränderten Belastungsverhältnissen entsprechend, die Batterie immer in gleicher Weise beeinflußt. (Fig. 185.)

Das Nebenschlußfeld der Erregermaschine wird je nach der Zahl der in Betrieb gesetzten Stromerzeuger so eingestellt, daß immer in dem Augenblick, wo der mittlere Netzstrom gleich der Summe der mittleren Maschinenströme ist, das dem Netzstrom proportionale Hauptstromfeld durch das Nebenschlußfeld aufgehoben wird.

Die Darstellung läßt erkennen, daß die Gesamtleistung der Anlage keinen Einfluß auf die Größe der Zusatzmaschine hat, wohl aber auf die Größe der Erregermaschine, welche auch bei hohem Netzstrom für die Aufnahme genügend reichlich bemessener Erregerwicklung geeignet sein muß. Für die Größe der Piranimaschine ist lediglich die Zahl und die Kapazität der Batteriezellen maßgebend.

Eine für eine bestimmte Leistungsfähigkeit der Stromerzeugungsanlage bemessene Pranigruppe kann auch, falls die Batterie bestehen bleibt, nach der Erweiterung der Anlage weiter verwendet werden, nachdem entweder die Erregermaschine durch ein größeres Modell ersetzt, oder der in die Hauptrückleitung eingebaute Parallelwiderstand durch Vermehrung der parallel zu schaltenden Bleche in seinem Widerstandswert entsprechend verkleinert worden ist. Eine Pranigruppe für eine erweiterte Stromerzeugungsanlage geeignet zu machen, ist demnach mit wesentlichen Kosten nicht verbunden.

In der Regel mit 2 Ankerwicklungen und mit 2 Stromabgebern versehen, welche während des Pufferbetriebes dauernd parallel geschaltet sind. Zum Zwecke des gelegentlichen Vollaufladens der Batterie nach Schluß des Betriebes werden die beiden Ankerwicklungen bzw. Stromabgeber hintereinander geschaltet.

Die Zusatzdynamo ist in der Regel mit 2 Ankerwicklungen und mit 2 Stromabgebern versehen, welche während des Pufferbetriebes dauernd parallel geschaltet sind. Zum Zwecke des gelegentlichen Vollaufladens der Batterie nach Schluß des Betriebes werden die beiden Ankerwicklungen bzw. Stromabgeber hintereinander geschaltet.

Zusatzdynamo und Erregermaschine sind gewöhnlich miteinander durch eine Lederkupplung verbunden; die Maschinengruppe wird von einem mit ihr gekuppelten Motor angetrieben, welcher meistens von den Gleichstromsammelschienen aus gespeist wird. Um auch unter den vorliegenden schwierigen Betriebsverhältnissen (Wechsel der Stromrichtung, Überlastung) einen stets funkenfreien Lauf zu erzielen, sind Zusatzdynamo sowie Erregermaschine und in der Regel auch der Antriebsmotor mit Wendepolen ausgerüstet.

Ist, wie in einem Umformerwerk z. B., Drehstrom vorhanden, so werden häufig Zusatz- und Erregerdynamo von einem Drehstrommotor angetrieben. Auch kann man, wenn es die Raumverhältnisse erfordern, Zusatz-

und Erregermaschine je durch einen besonderen Motor antreiben.

Fig. 186 zeigt die Abmessungen einer Piranigruppe mit 4 Lagern auf gemeinsamer Grundplatte, für eine 600 Volt Gleichstrom-Bahnanlage, in welcher 2 Gleichstrom-Dynamos von je 90 kW (150 Amp.), 1 solche von 180 KW (300 Amp.) und 1 Pufferbatterie für eine Kapazität von 520 Amp.-St. bei einstündiger Entladung vorhanden sind. Die Zusatzmaschine ist für eine Stundenleistung von 520 Amp. und ± 70 Volt bemessen. Die Charakteristik dieser Piranigruppe wird durch Fig. 187 dargestellt. Hiernach läßt sich die Maschinengruppe mit Hilfe des Widerstandes der Erregermaschine so einstellen, daß bei allen mittleren Netzstromstärken zwischen 150 Amp. (1 Bahnstromerzeuger im Betrieb) und 600 Amp. (3 Bahnstromerzeuger im Betrieb) die Zusatzdynamo spannungs- und stromlos wird und daß bei einer jeweilig um 520 Amp. höheren Netzstromstärke (bei 670 bzw. 1120 Amp.) die Zusatzmaschine selbsttätig + 70 Volt Zusatzspannung gibt. Bei dieser Spannung entzieht die Zusatzmaschine der Batterie, sofern sie sich im guten Ladezustand befindet, die einstündige Entladestromstärke von 520 Amp. und schickt sie mit der von den Bahndynamos erzeugten Stromstärke von 150 bzw. 600 Amp. zusammen ins Netz. Ist der Stromverbrauch etwa um 150 Amp. niedriger als der mittlere, so beträgt die Zusatzspannung etwa — 20 Volt, welche bewirkt, daß die Batterie mit etwa 150 Amp. aufgeladen wird.

Ferner ist es möglich, auch bei besonders schwachem Betrieb den Gleichgewichtszustand bei etwa 100 Amp. mittlerem Netzstrom ($^{2}/_{3}$-Maschinenlast) eintreten zu lassen.

Fig. 188 stellt eine Piranigruppe für 888 Amp. mit drei Lagern auf gemeinsamer Grundplatte dar.

Der praktische Wert einer Piranimaschine wird durch verschiedene, im Kraftwerk der elektrischen Hoch- und Untergrundbahn Berlin, Trebbinerstraße, vorgenommene Messungen beleuchtet, deren Ergebnisse im folgenden wiedergegeben sind.

Parallel mit den dort aufgestellten Gleichstrom-Nebenschlußdynamos für 750 Volt arbeitet eine aus 364 Elementen bestehende Pufferbatterie der Akkumulatorenfabrik A.-G., Berlin, die eine Kapazität von 1000 Amp.-St. bei einstündiger Entladung besitzt. Die Batterie wird durch eine Piranigruppe für 1000 Amp. bei maximal ± 90 Volt unterstützt.

Am 29. Mai 1907 wurden im ganzen sechs, je 30 Minuten dauernde Versuche angestellt, und zwar drei Versuche mit Piranimaschine und drei ohne Piranimaschine. Je zwei Versuche, der eine mit, der andere ohne Zusatzmaschine, sind früh, vormittags bzw. nachmittags vorgenommen worden. Mit Hilfe von Funken-Registrierinstrumenten wurde der Verlauf des gesamten Netzstromes, des Maschinenstromes, des Batteriestromes, der Sammelschienenspannung, und bei den drei Versuchen mit Piranimaschine, außerdem der Verlauf der Zusatzspannung der Piranimaschine aufgezeichnet. Diese Strom- und Spannungsschaulinien sind auf beiliegender Tafel II wiedergegeben.

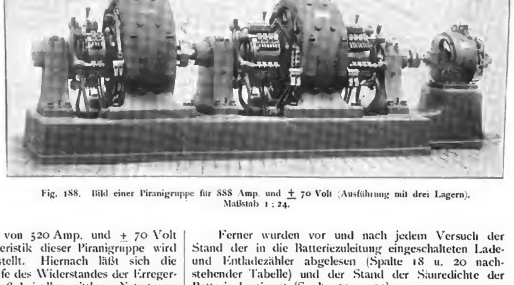


Fig. 188. Bild einer Piranigruppe für 888 Amp. und ± 70 Volt (Ausführung mit drei Lagern). Maßstab 1 : 24.

Ferner wurden vor und nach jedem Versuch der Stand der in die Batteriezuleitung eingeschalteten Lade- und Entladezähler abgelesen (Spalte 18 u. 20 nachstehender Tabelle) und der Stand der Säuredichte der Batterie bestimmt (Spalte 21 u. 22).

Um die Pufferwirkung ohne Piranimaschine mit derjenigen mit Piranimaschine zahlenmäßig vergleichen zu können, sind in nachstehender Tabelle die jeweilig vorkommenden höchsten, mittleren und niedrigsten Netzstromstärken, Maschinenstromstärken und Sammelschienenspannungen eines jeden Versuches zusammengestellt.

Die Werte der Spalte 4 bzw. 9 stellen das Verhältnis der höchsten zur niedrigsten Netzstromstärke bzw. das Verhältnis der höchsten zur niedrigsten Maschinenstromstärke dar. Das Verhältnis der Zahlenwerte der Spalte 4 zu den entsprechenden der Spalte 9 ist in Spalte 11 angegeben. Die Zahlen dieser Spalte kennzeichnen gewissermaßen die Güte der Pufferwirkung ohne bzw. mit Piranimaschine in bezug auf die Gleichmäßigkeit der Belastung der Stromerzeuger. Je größer diese Zahlen sind, desto besser werden die Stromschwankungen unter den jeweiligen Verhältnissen ausgeglichen. Die Gütezahl besitzt nach den vorliegenden Versuchen beim Betriebe ohne Piranimaschine einen Wert von 1,93, während beim Betriebe mit Piranimaschine ein Wert von 3,64 erreicht wird.

Über die Güte der Pufferwirkung in bezug auf gleichmäßige Sammelschienenspannung geben die Zahlen der Spalte 16 Aufschluß. Die Spannungsschwankungen werden durch die Piranimaschine ganz wesentlich vermindert, sie betragen bei den Versuchen mit Piranimaschine höchstens $3{,}87\,^{0}/_{00}$ bei zwei Versuchen ohne Piranimaschine jedoch über $10\,^{0}/_{00}$ der mittleren Spannung von 750 Volt.

Übrigens hätten die Versuche im Berliner Hochbahnkraftwerk voraussichtlich noch günstigere Ergebnisse gehabt, wenn die Batterie eine den gegenwärtigen Betriebsverhältnissen entsprechende, erheblich größere Leistungsfähigkeit besäße. In diesem Falle hätte auch, wie aus der Tabelle ersichtlich, bei den Versuchen mit Piranimaschine ein Bahnstromerzeuger weniger laufen können.

Ferner sei bemerkt, daß die Versuche sämtlich bei einem durch anderweite Umstände bedingten etwas zu hohen Ladezustand der Batterie stattgefunden haben, was zur Folge hatte, daß die Batterie während der Versuche größere Strommengen abgab als sie während derselben Zeit aufnahm.

Immerhin lassen die eben beschriebenen Versuche einen ziemlich einwandfreien Vergleich zwischen den Ergebnissen beider Betriebsarten zu, weil unter den genannten,

Nr.	Versuch: Datum	Versuch: Art des Fußerbetriebes	Netzstrom: höchstens Amp.	Netzstrom: im Mittel Amp.	Netzstrom: mindestens Amp.	Netzstrom: η_n	Netzstrom: η_{Pir}	Maschinenstrom: höchstens Amp.	Maschinenstrom: im Mittel Amp.	Maschinenstrom: mindestens Amp.	Maschinenstrom: η_m	Maschinenstrom: η_{Pir}	$\eta_n \cdot \eta_m$	Summe Schalttafel-Strom der Fahrleitung Amp.	Sammelschienenspannung: höchstens Volt	Sammelschienenspannung: im Mittel Volt	Sammelschienenspannung: mindestens Volt	Zusammensetzung der Batterie in % normal	Batterie: Entladung: höchstens Amp.	Batterie: Entladung: KW.St.	Batterie: Ladung: höchstens Amp.	Batterie: Ladung: KW.St.	Stromstand: am Anfang	Stromstand: am Ende
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
I	Von 6.35 bis 7.05 Uhr vormittags	mit Pirani-maschine	4 500	3 875	1 110	4.05	1.56	3 600	2 700	2 125	1.69	1.33	2.40	4 030	765	750	738	3.60	1 200	115	1 015	60	1.201	1.199
II	von 7.30 bis 8.00 Uhr vormittags	ohne Pirani-maschine	4 400	2 725	1 275	3.45	1.61	4 000	2 675	1 550	2.58	1.49	1.34	4 030	800	750	720	10.05	400	35	275	15	1.199	1.198
III	von 10.35 bis 11.05 Uhr vormittags	mit Pirani-maschine	3 210	1 650	475	6.76	1.95	2 950	1 025	1 100	1.86	1.26	3.04	2 550	707	750	738	3.87	1 300	70	650	70	1.199	1.199
IV	von 11.15 bis 11.45 Uhr vormittags	ohne Pirani-maschine	2 700	1 025	500	5.40	1.62	2 050	1 000	750	3.27	1.53	1.65	2 550	795	750	735	8.00	325	20	250	10	1.200	1.200
V	von 6.20 bis 6.50 Uhr nachmittags	mit Pirani-maschine	3 600	2 150	700	5.15	1.67	2 600	2 075	1 325	1.96	1.25	2.63	3 620	765	750	740	3.33	1 075	80	650	40	1.200	1.199
VI	von 6.55 bis 7.25 Uhr nachmittags	ohne Pirani-maschine	3 700	2 175	400	9.25	1.70	3 300	2 125	700	4.80	1.58	1.93	3 620	796	750	715	10.8	340	20	300	10	1.199	1.199

einigermaßen ungünstigen Einflüssen auch die Pufferwirkung bei reinem Batteriebetrieb gestanden hat.

Den oben erwähnten hohen Ladezustand der Batterie lassen übereinstimmend die Zahlen der Spalten 2, 7, 18 und 20 erkennen. Daß jedoch die aus den Unterschieden der mittleren Netz- und den mittleren Maschinenstromstärken gerechneten Werte für die KW.St.-Zahl nicht vollkommen übereinstimmen mit den aus den Unterschieden der Werte der Spalten 18 und 20 gerechneten KW St.-Batterieentladung, ist hauptsächlich eine Folge der beim Übertragen der Schaulinien vorgekommenen, nicht zu vermeidenden Ungenauigkeiten. Außerdem mußten statt der unmittelbar aufgenommenen, die verkürzten Schaulinien planimetriert werden, wodurch dem Auftreten kleiner Unterschiede Vorschub geleistet wurde.

Die zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit des Piranimaschinensatzes angestellten Untersuchungen in verschiedenen Anlagen haben ergeben, daß die Leerlaufsarbeit des Maschinensatzes den größten der auftretenden Verluste darstellt. Derselbe beträgt aber auf die gesamte, im Werk erzeugte Leistung bezogen, meistens noch nicht 1%. Die zusätzlichen Kupfer- und Eisenverluste in der Zusatzmaschine bei Belastung sind so gering, daß sie im Verhältnis zur Gesamtleistung ganz vernachlässigt werden können. In gleicher Weise kann der Verlust in dem in der Rückleitung einzuschaltenden Widerstand und die Leistung für die Fremderregung der Erregermaschine unberücksichtigt bleiben.

Die über beinahe zwei Jahre sich erstreckenden Beobachtungen an einer Piraianlage kleineren Umfangs ergaben einen mittleren Wirkungsgrad von Batterie und Piranimaschine von zusammen etwa 80%. Hierbei ist etwa 12% der insgesamt erzeugten Leistung in die Batterie und die Piranimaschine geflossen. Hieraus ergeben sich in diesem Falle die in der Batterie und der Piranigruppe zusammen auftretenden Verluste zu etwa 2,4% von der Gesamtarbeit des Kraftwerkes.

Die genannten Beobachtungen stützen sich auf die Ablesung der in die Batteriezuleitung eingebauten Zähler, welche außer dem Batteriestrom auch den Strom des Antriebmotors der Piranimaschine zählen.

Es verschwinden demnach die geringen Verluste ganz und gar gegenüber den Vorteilen, welche die Verwendung von umkehrbaren Batteriezusatzmaschinen in Bahnbetrieben und in Anlagen ähnlichen Charakters bietet und welche, nochmals kurz zusammengefaßt, in erster Linie darin bestehen, daß die Hauptdynamos mit den Antriebsmaschinen infolge der gleichmäßigeren Belastung einen guten Tageswirkungsgrad erhalten, während in zweiter Linie eine fast konstante Sammelschienenspannung erzielt wird.

Die Tunnelentwürfe der Großen Berliner Straßenbahn.

Die Große Berliner Straßenbahn hat den Aufsichtsbehörden und dem Magistrat von Berlin das Projekt je eines Straßenbahntunnels in der Potsdamer- und Leipzigerstraße und in der Straße Unter den Linden zur Genehmigung eingereicht. Der Magistrat beauftragte Herrn Regierungsrat a. D. Kemmann mit der Abfassung einer Denkschrift über die Entwürfe.

Es liegt nunmehr folgende Literatur über den Gegenstand vor, nach der Reihenfolge des Erscheinens geordnet:[1])

[1]) Den gleichen Gegenstand behandelt eine Schrift von Dipl. Ing. Mattersdorf in Köln: Die Berliner Straßenbahn-Verkehrsnot (Berlin 1908, Verlag von Julius Springer), deren Inhalt hier nicht mehr berücksichtigt werden konnte. Der Herr Verfasser verteidigt die Tunnelentwürfe,

1. Kemmann: Bericht über die Tunnelentwürfe der Großen Berliner Straßenbahn (nebst Atlas von 6 Tafeln).

2. Prof. Cauer: Die Tunnelentwürfe der Großen Berliner Straßenbahngesellschaft im Lichte des Kemmannschen Gutachtens (Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen).

3. Erwiderungen der Gesellschaftsvorstände auf die zu den Tunnelentwürfen der Großen Berliner und Charlottenburger Straßenbahn veröffentlichten Kritiken (nebst Planheft mit 10 Zeichnungen).

4. Prof. O. Blum in Hannover: Bericht über die Entwürfe der Großen Berliner Straßenbahn zur Frage der Unterstraßenbahnen in Berlin (ebenfalls im Auftrage des Magistrats verfaßt).

Auf den Inhalt dieser Schriften werden wir im folgenden Bezug nehmen.

Die Tunnelprojekte sind seit ihrer ersten Einreichung vielfach abgeändert worden, sie sind in ihrer letzten Fassung in Fig. 189 und 190 dargestellt.

Der sog. »Südtunnel« besteht aus einer viergleisigen Stammstrecke mit vier zweigleisigen Zweigen. Ein Zweig beginnt am Magdeburger Platz, ein anderer an der Kurfürstenstraße. Sie vereinigen sich an der Ecke der Potsdamer- und Lützowstraße zu einem viergleisigen Tunnel, der bis zur Charlottenstraße, Ecke Leipzigerstraße, reicht. Von dort laufen zwei Gleise nach dem Spittelmarkt und zwei nach dem Gensdarmenmarkt. An den Übergangsstellen der viergleisigen zu den zweigleisigen Strecken sind die Gleise ohne Plankreuzung übereinander geführt. Die Rampen an den Tunnelmündungen haben Neigungen von 1 : 20 bis 1 : 23. Der Tunnel selbst weist ebenfalls mehrere ähnlich geneigte Strecken auf, wie bei der Unterdückerung des Landwehrkanals, der Unterpflasterbahn am Leipziger Platz und da, wo die Gleise des Straßenbahntunnels sich gegenseitig überschneiden.

In den Haltestellen, deren im ganzen sieben vorhanden sind, sind die vier Gleise auf zwei zusammengezogen; dies ist durch Gleisverschlingungen oder Weichen erreicht. Die Bahnsteige haben eine Länge von 70 m, eine Breite von 3 m, sind als Außensteige angeordnet und stehen durch Treppenanlagen mit der Oberfläche in Verbindung, die zum Teil in Häusern angeordnet sind.

Durch den Tunnel sollen die Straßenbahnen geführt werden, die jetzt durch die betreffenden Straßenzüge verkehren (mit Ausnahme einiger jetzt am Potsdamer Platz abzweigender Linien). Die Oberflächengleise in der Leipzigerstraße zwischen Potsdamer Platz und Jerusalemerstraße sollen wegfallen; dafür sollen Voß-, Mohren- und Krausenstraße mit Gleisen belegt werden. Der Zweck dieser Tunnelanlage soll sein, die zahlreichen Stockungen im Oberflächenverkehr zu vermeiden, die Reisezeit abzukürzen (von 20—23 auf 15 Minuten) und die Zahl der jetzt durch die Straße verkehrenden Wagenzüge, stündlich 102 in jeder Richtung, zu vermehren.

Der sog. »Nordtunnel« ist eine zweigleisige Tunnelanlage im Zuge der Charlottenburger Chaussee und der Straße Unter den Linden von der Siegesallee bis zum Opernplatz. Hiermit in Verbindung stehen zwei rechtwinklig dazu gelegene kurze Tunnelanlagen, eine am Brandenburger Tor und eine am Opernplatz. Die Verbindungen mit diesen beiden Quertunneln sind in der Form von Ringschleifen angelegt; am Brandenburger Tor gehen die durchlaufenden Gleise des Lindentunnels unter der Ringschleife hindurch. Die Tunnelanlage am Opernplatz ist viergleisig, mit Ausnahme der nördlichen Rampe, die nur zwei Gleise besitzt. Auf den beiden Rampen liegt je eine Gleisverbindung in der Neigung. Der Lindentunnel besitzt zwei Haltestellen, eine am Brandenburger

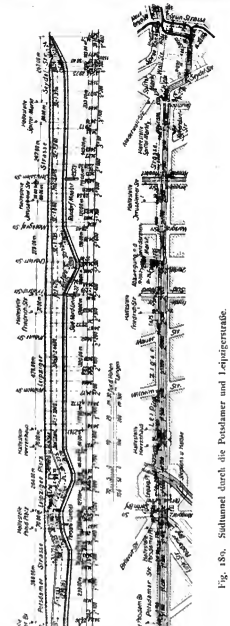


Fig. 189. Südtunnel durch die Potsdamer und Leipzigerstraße.

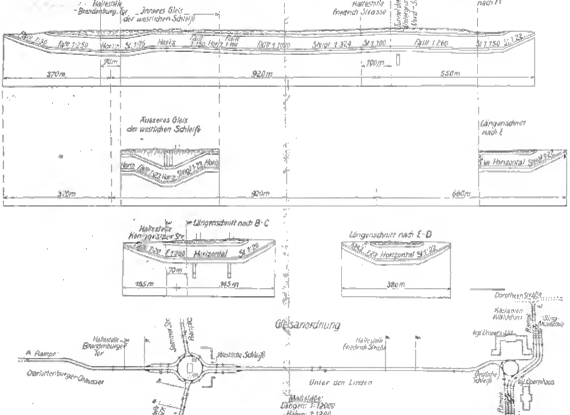


Fig. 190. Nordtunnel durch die Straße Unter den Linden.

Tor und eine an der Friedrichstraße. In den Quertunneln ist keine Haltestelle angelegt.

Der Lindentunnel soll die jetzt in der Dorotheenstraße verkehrenden Linien aufnehmen (die Gleise in der Dorotheenstraße zwischen Neuer Wilhelmstraße und Charlottenstraße werden beseitigt), und außerdem eine Anzahl von neuen Linien, die zur Verbindung des Westens und Nordwestens mit der Innenstadt dienen und die Leipzigerstraße entlasten sollen. Die beiden Quertunnel treten an Stelle der Oberflächengleise, die den Straßenzug am Brandenburger Tor und am Opernplatz kreuzen.

Unter den Großstädten mit einem hochentwickelten Straßenbahnnetz war Boston die erste, die die Verbesserung der städtischen Verkehrseinrichtungen planmäßig versucht hat. Diese Tatsache und der Umstand, daß Bostoner Anlagen anscheinend als Muster für die vorliegenden Entwürfe gedient haben und in den Streitschriften immer wieder als Vorbilder herangezogen werden, zwingt uns, uns, ehe wir auf die Tunnelentwürfe selbst eingehen, näher mit den Bostoner Anlagen zu beschäftigen.

In Boston (Fig. 191) drängten sich die Straßenbahnlinien, welche die Vorstädte und Vororte mit der vom Charles-Fluß und den Hafen eingeschlossenen Geschäftsstadt verbinden, hier in wenigen Straßen zusammen, namentlich in der Tremontstreet, woraus sich noch schlimmere Verlangsamungen und Stockungen des Straßenbahnverkehrs ergaben, als wir sie heute von der Leipzigerstraße her kennen. Dieser Umstand führte zur Einsetzung der »Boston Transit Commission« mit der Aufgabe, Verbesserungen der Verkehrseinrichtungen Bostons herbeizuführen. Diese Kommission erbaute in den Jahren 1895 bis 1898 den bekannten, 2 km langen »Subway« unter der Tremontstreet und den angrenzenden Straßen, Fig. 192, der der Straßenbahngesellschaft verpachtet wurde. Der Tunnel sollte den gesamten Straßenbahnverkehr des betreffenden Straßenzuges aufnehmen. Die Oberflächengleise wurden entfernt. Diesem Zweck diente der Tunnel bis zum Jahre 1901.

Durch den Tunnel führt ein durchgehendes Gleispaar von Pleassantstreet bis zum Nordbahnhof. Außerdem führt vom Süden und Norden je ein Gleispaar in den Tunnel, das zwischen den beiden durchgehenden Gleisen liegt und an der Parkstreet bzw. dem Scolley Square in einer Schleife endigt. Eine weitere Schleife am Adams Square ist nicht in Benutzung gekommen. Das durchgehende Gleispaar verzweigt sich im Süden außerhalb der Tunnelmündung in zwei zweigleisige Strecken. Um die hierdurch entstehende Schienenkreuzung unmittelbar vor der Tunnelmündung zu vermeiden, hat man dafür die Kreuzung in den Tunnel verlegt und die beiden Innengleise übereinander weggeführt. Am Nordende liegt die Verzweigungsstelle (vor dem Nordbahnhof) weit genug von der Tunnelmündung entfernt, um zu Bedenken keinen Anlaß zu geben.

Die Tunnelanlage zeichnet sich durch steile Neigungen und scharfe Krümmungen aus; die größte Neigung in den

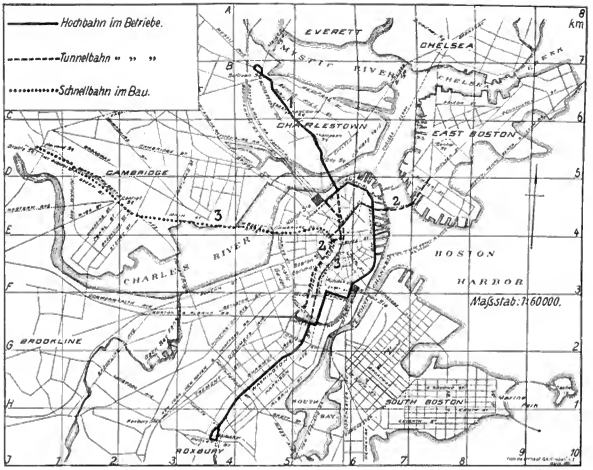


Fig. 191. Übersichtsplan von Boston.

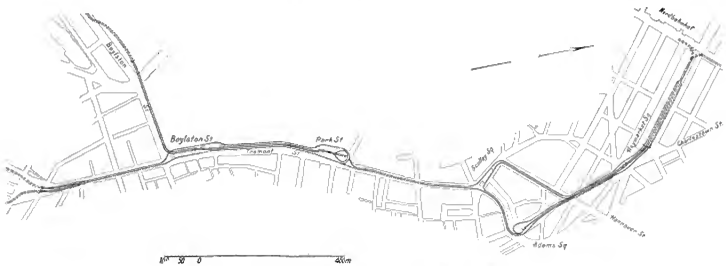


Fig. 192. Straßenbahntunnel in der Tremontstraße in Boston.

Rampen beträgt 1 : 20, der kleinste Krümmungshalbmesser 15 m.

Die Bahnsteige der Stationen sind grundsätzlich zwischen die Gleise gelegt, so daß jeder Bahnsteig zweiseitig benutzt wird. In der Parkstraßenstation sind die Bahnsteige so angelegt, daß für den Verkehr auf den Innengleisen, der bei weitem überwiegt, ein Bahnsteig nur zum Aussteigen, der andere nur zum Einsteigen dient.

Im Jahre 1900 befuhren die durchgehenden Außengleise während der Hauptverkehrszeit stündlich in jeder Richtung 123 Wagen, die 15 Linien angehörten und sich etwa zu gleichen Teilen auf die beiden südlichen Zweigstrecken verteilten. Die Schleife am Scolley Square wurde gleichzeitig durch 80, die an der Parkstreet durch 206 Wagen stündlich befahren; letztere verteilten sich auf 27 Linien. Sämtliche Wagen waren Einzelwagen, da in Amerika An-

hängewagen wegen der durch sie verursachten Betriebserschwernisse nicht beliebt sind. Die Wagen enthalten im Mittel 35 Plätze. Bei vollbesetzten Wagen ergibt sich also für die Innengleise der Parkstraßenhaltestelle ein Verkehr von stündlich rd. 7000 Personen in einer Richtung, der auf der Abfahrtseite in der Hauptsache durch neu hinzukommende,

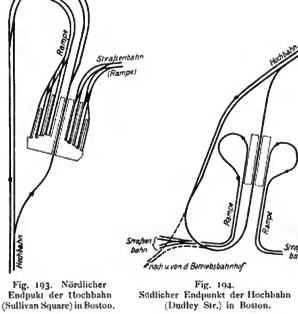


Fig. 193. Nördlicher Endpunkt der Hochbahn (Sullivan Square) in Boston.

Fig. 194. Südlicher Endpunkt der Hochbahn (Dudley Str.) in Boston.

zum geringeren Teile durch umsteigende Reisende gebildet wurde, die die Wagen des Außengleises verließen. Da bis zu 5 Wagen gleichzeitig vor dem Bahnsteig auf dem Schleifengleis zum Halten kamen, entstand in der ersten Zeit des Betriebes auf dem Abfahrtsbahnsteige ein furchtbares Durcheinander. Man traf deshalb die Einrichtung, daß eine alle Linien enthaltende Tafel angebracht wurde, auf der neben den betreffenden Linienbezeichnungen durch die Zahlen 1 bis 5 angedeutet wurde, an welcher Stelle des Bahnsteiges der zu erwartende Wagen der Linie zum Halten kommen würde. Die Anzeigevorrichtung wird von einem besonderen Beamten bedient; sie hat bewirkt, daß sich der Verkehr auf dem Bahnsteig seitdem ordnungsmäßig abwickelt. Zur Erleichterung des Zurechtfindens trägt übrigens auch bei, daß die Linien nach Hauptrichtungen zu Betriebsgruppen zusammengefaßt sind und jede Betriebsgruppe ihren besonderen äußeren Wagenanstrich besitzt.

Die Zeitdauer, die zum Einsteigen der Fahrgäste erforderlich ist, wurde zu im Mittel 2 Sek. für die Person beobachtet; da beide Endbühnen des Wagens zum Besteigen benutzt werden, ergibt das einen Zeitaufwand von 35 Sek. für volle Besetzung. Durch die Bedienung der Abschlußgitter an den Endbühnen und kleinere Zufälligkeiten verlängert sich der Aufenthalt noch etwas, so daß mit etwa 45 Sek. gerechnet werden kann. Die Bedienung der Abschlußgitter ist notwendig, weil im Tunnel von der Regel des rechts Aus- und Einsteigens abgewichen wird. Rechnet man, daß in den 45 Sek. gleichzeitig 5 Wagen abgefertigt werden und für die Vorfahrt der nächsten Gruppe 40 Sek. Zeit erforderlich ist, so gelangt man zu einem mittleren Wagenabstand von $\frac{45 + 40}{5} = 17$ Sek., während der Fahrplan $\frac{3600}{206} = 17{,}5$ Sek. vorsieht. Die Zahl von 206 Wagen in der Stunde stellt also die erreichbare Höchstleistung dar.

Damit der Wagenschaffner seine Aufmerksamkeit besser der Verkehrsabwicklung, der Bedienung der Endbühnenverschlüsse usw. widmen kann, wird das Fahrgeld beim Betreten des Bahnsteiges entrichtet (Einheitsfahrpreis 5 Cts., keine Zeitkarten); es ist somit auf allen Stationen Bahnsteigsperre durchgeführt.

Für die der Parkstraßenstation benachbarte Station Boylstonstreet wurden besondere Anzeigevorrichtungen nicht erforderlich, weil zur Hauptverkehrszeit alles zur Anfangsstation Parkstraße eilt, um überhaupt einen Platz zu erlangen.

Der Tremontstraßentunnel hat seinen Zweck erfüllt, die Stockungen auf der Straßenoberfläche zu beseitigen, die Fahrzeit der Straßenbahnwagen zu verringern (zwischen Pleassantstraße und Nordbahnhof von 16 auf 10 Minuten) und die Leistungsfähigkeit der Straßenbahnstrecke zu erhöhen. Er kann aber in keiner Weise etwa als Schnellverkehrsmittel, d. h. als ein Mittel zur wesentlichen Verringerung der Reisezeit zwischen zwei beliebigen Punkten der Stadt in Anspruch genommen werden.

Zur Lösung der Schnellverkehrsfrage schlug die Straßenbahngesellschaft vielmehr einen anderen Weg ein. Sie legte in nordsüdlicher Richtung eine 8,6 km lange Hochbahn vom Sullivan Square nach Dudleystreet an, die allerdings die Geschäftsstadt nicht durchschneidet, sondern nur in ihrem Umkreise berührt, da sie durch die Hafenuferstraße Atlantic Avenue geführt ist. Um näher an die Innenstadt heranzukommen, wurden die Außengleise des Tremontstraßentunnels vom Straßenbahnnetz losgelöst und mit den Hochbahngleisen verbunden, so daß ein Teil der Hochbahnzüge durch den Tunnel geführt werden konnte. Dies bewährte sich aber nicht, weil sich der Tunnel mit seinen starken Steigungen und scharfen Krümmungen für den Betrieb mit den langen und schweren Zügen nicht eignete und weil die Stationen für den Straßen- und Hochbahnverkehr schon aus dem Grunde räumlich nicht ausreichten, weil die Hochbahn eine Erhöhung des Bahnsteiges um etwa 1 m bedingte, dieser also in zwei Teile mit verschiedener Höhenlage geteilt werden mußte.

Man hat daher, vgl. Fig. 191, in der eigentlichen Hauptstraße, der Washingtonstreet, einen Schnellbahntunnel erbaut, der nach seiner Vollendung die Hochbahnzüge aufnehmen soll, so daß dann der Tremontstraßentunnel wieder seiner ursprünglichen Bestimmung zurückgegeben werden und der Zustand der Fig. 192 wieder hergestellt werden kann.

Die Hochbahn ist keine selbständige Bahnanlage, sondern ein Zubehör des Straßenbahnnetzes. Sie dient als Ersatz der Straßenbahnen in der Innenstadt, wo sich dem Straßenbahnverkehr die bekannten Schwierigkeiten entgegenstellten. Die von den Vorstädten kommenden Straßenbahnlinien enden zum überwiegenden Teile in den Anfangsbahnhöfen der Hochbahn. Die Straßenbahngleise sind zum Hochbahnviadukt hinaufgeführt, so daß ein bequemes Umsteigen der Fahrgäste (unter einer Bahnsteighalle) stattfinden kann. Fig. 193 und 194 zeigen die Lagepläne dieser beiden Anfangsbahnhöfe. In umgekehrter Richtung werden die Fahrgäste »unsortiert« nach dem Endbahnhof geschafft und verteilen sich dort auf die verschiedenen Richtungen. So werden einmal die mit der Führung der vielen Linien durch eine Station verbundenen oben geschilderten Schwierigkeiten vermieden und außerdem wird die Reisezeit erheblich abgekürzt.

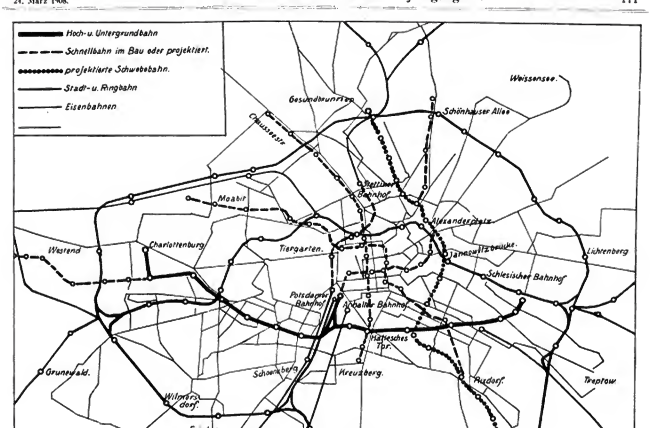


Fig. 195. Berliner Schnellbahnnetz.

Ein besonderer Zusatzfahrpreis wird für die Benutzung der Hochbahn nicht erhoben; der Einheitsfahrpreis von 5 Cts. gilt vielmehr für eine beliebige Fahrt auf dem gesamten Bahnnetz.

Der innere Verkehr der Hochbahnstationen unter sich ist nicht bedeutend; von Wichtigkeit ist nur der Verkehr zwischen den beiden Fernbahnhöfen, die die Hochbahn berührt.

Außer diesen beiden für den Nordsüdverkehr bestimmten Anlagen ist von der Transit Commission ein in ostwestlicher Richtung verlaufender Tunnel, der sog. Ost-Boston-Tunnel, angelegt worden, der unter dem Hafen nach der Vorstadt Ost-Boston läuft und vorläufig an der Stelle endigt, wo er den Tremontstraßentunnel kreuzt. Diese Bahnanlage dient einer Art Vorortverkehr; sie soll später westlich nach Cambridge durchgeführt werden; mit den übrigen städtischen Bahnanlagen (d. h. dem Tremontstraßentunnel, dem in der Washingtonstraße und der Hochbahn in der Atlantic Avenue) besteht keine Schienenverbindung.

Während in Boston die Transit Commission die Aufgabe erhalten hat und sie noch weiter hat, die Verkehrsfragen planmäßig zu lösen, hat man in Berlin ein planmäßiges Vorgehen von vornherein nicht gewählt, es vielmehr privatem Unternehmungsgeist überlassen, Vorschläge für die Verbesserung der Verkehrsanlagen zu machen.

Neben den historischen Schnellverkehrsmitteln, der Stadt- und Ringbahn und den Vorortstrecken, besonders der Wannseebahn (»historische«, weil sie älter sind als Groß-Berlin und Groß-Berlin erst mit geschaffen haben), gibt es zurzeit nur noch die Siemens- & Halskesche Hoch- und Untergrundbahn Charlottenburg—Warschauerbrücke, mit der Zweigstrecke zum Potsdamer Platz, deren Verlängerung über den Spittelmarkt und Alexanderplatz nach der Schönhauser Allee im Bau ist. Daneben bestehen noch folgende Projekte: Das der Schwebebahn Gesundbrunnen—Rixdorf der Continentalen Gesellschaft für Elektrische Unternehmungen; ferner das von Siemens & Halske herrührende Projekt der Verbindung der Wannseebahn mit der Stettiner Bahn über Brandenburger Tor—Friedrichstraße, die zur Durchführung der elektrisch zu betreibenden Vorortzüge dienen soll und als Hauptbahn zu bauen ist. Die Stadt Berlin plant daneben eine Untergrundbahn Chausseestraße—Kreuzberg im Zuge der Friedrichstraße und eine Bahnlinie Moabit—Rixdorf. In Fig. 195 sind die bestehenden und geplanten Schnellbahnlinien zusammengestellt. Ein Anfang zur Schaffung von Schnellverkehrslinien ist also gemacht; als ein planmäßig entworfenes Schnellbahnnetz für Groß-Berlin kann man aber die Gesamtheit der dargestellten Linien noch nicht bezeichnen.

Das Gebiet zusammenhängender Bebauung, das wir mit Groß-Berlin bezeichnen, und als dessen weitest ent-

fernte Punkte wir etwa Zehlendorf, Westend, Tegel, Schönholz, Lichtenberg, Britz, Mariendorf bezeichnen können, weist derartige Entfernungen auf, daß sie mit der Straßenbahn wirtschaftlich nicht mehr zurückgelegt werden können. Trotzdem sind weite Gebiete der Großstadt heute noch auf die Straßenbahn als einziges Beförderungsmittel angewiesen.

(Schluß folgt.)

Kleine Nachrichten.

Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft.

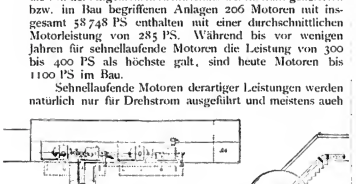
Einer Broschüre der Allgemeinen Elektrieitäts-Gesellschaft über **»Schnellaufende Motoren für Zentrifugalpumpen«** entnehmen wir folgende bemerkenswerte Mitteilungen:

Seitdem auf der Zeche »Victor« in Rauxel die von Gebr. Sulzer mit Motoren der Allgemeinen Elektrieitäts-Gesellschaft gelieferte unterirdische Wasserhaltungsanlage als erste größere Anlage dieser Art in Deutschland in Betrieb genommen wurde und vom Beginn der Inbetriebsetzung ohne jede Störung arbeitete, hat die elektrisch angetriebene Zentrifugalpumpe eine fortwährend zunehmende Verwendung gefunden.

Erreicht der Wirkungsgrad der Zentrifugalpumpe auch nieht den der Kolbenpumpe, so verursaehen doch anderseits die geringen Abmessungen erhebliche Ersparnisse beim Bau der Pumpenkammern, was besonders für bergmännische Betriebe von größter Bedeutung ist.

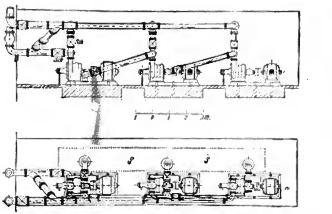
Es ist deshalb erklärlieh, wenn sieh die elektrisch angetriebene Zentrifugalpumpe besonders im Bergbau stark einbürgert. Ein Bild hierfür gewährt die Tatsache, daß die von der Allgemeinen Elektrieitäts-Gesellschaft gelieferten bzw. im Bau begriffenen Anlagen 206 Motoren mit insgesamt 58748 PS enthalten mit einer durchschnittlichen Motorleistung von 285 PS. Während bis vor wenigen Jahren für schnellaufende Motoren die Leistung von 300 bis 400 PS als höchste galt, sind heute Motoren bis 1100 PS im Bau.

Schnellaufende Motoren derartiger Leistungen werden natürlich nur für Drehstrom ausgeführt und meistens auch für hohe Spannungen, weil hierbei die Kraftübertragung in wirtschaftlichster Weise vermittelst Kabel von geringem Kupferquerschnitt erfolgen kann.



B.Sp = Saugwasserspiegel. *Sch* = Schalthalle. *D* = Mitte Druckleitung.

Fig. 196. Wasserhaltung auf Schacht III der Zeche »Consolidation« in Gelsenkirchen-Schalke.



S = Sumpf *Sc* = Sieb mit Rückschlagklappe. *Sch* = Schieber in der Druckleitung. *R* = Rückschlagklappe. *T* = Träger für die Laufkatze.

Fig. 197. Wasserhaltung auf Grube »Kaiser« der Warschauer Gesellschaft für Kohlenbergbau und Hüttenbetrieb in Niemce.

Zwischen den schnell und langsam laufenden Drehstrommotoren, wie sie zum Antrieb von Kolbenpumpen gebraucht werden, besteht ein prinzipieller Unterschied. Letztere haben bei 50 Perioden einen niedrigen cos φ. So z. B. besitzt der cos φ eines 600pferdigen Motors von 107 Umdrehungen den Wert 0,75. Wenngleich hierdurch auch in dem Kraftwerk keine Mehrarbeit von der Dampfmaschine zu leisten ist, so muß doch die Dynamomasehine entspreehend größer gewählt werden.

Um die Verhältnisse günstiger zu gestalten, wurden früher häufig derartige Wasserhaltungsanlagen mit Kolbenpumpen für 25 Perioden gebaut.

Im Gegensatze hierzu ergibt sich beim hochtourigen Motor für 50 Perioden ein sehr günstiger Leistungsfaktor; derselbe hat z. B. bei einem 600pferdigen Motor von 1500 Umdrehungen den Wert 0,94. — Die hochtourigen Pumpenmotoren begünstigen demnach die weitere Ausbreitung der in Deutschland als »normal« geltenden Periodenzahl »50«.

Bei dieser Gelegenheit sei noeh darauf hingewiesen, daß in früheren Jahren Wasserhaltungsanlagen geschaffen wurden, die ihr eigenes Kraftwerk besaßen, das aber für andere Kraftübertragungen nieht in Frage kam. Hierbei ergab sich eine weitere Vereinfachung der Elektromotoren, die als Kurzschlußmotoren ausgeführt und mit der Primärmaschine gleichzeitig angelassen werden konnten.

In jüngster Zeit ist man aber hiervon abgegangen, indem heute das Hauptkraftwerk des Bergwerkes nicht nur den Strom für die Wasserhaltung liefert, sondern auch allen möglichen anderen Kraftübertragungszwecken dient. Infolgedessen muß der Pumpenmotor wie jeder andere Motor für sich angelassen werden können.

Für stationäre Wasserhaltungen (Fig. 196 und 197) wird der Motor normal mit horizontaler Aehse und zwei Lagerschildern ausgeführt. Auf dem freien Wellenstumpf sitzt eine der Kupplungshälften. Die Lager sind mit Weißmetall ausgegossen und besitzen Ringschmierung. Die kräftig gehaltenen Lagerschilder sind mit drei Armen versehen und mit dem Gehäuse zentrisch verschraubt. Der Rotor wird nach Fertigstellung auf einer empfindlichen Balanciervorrichtung dynamisch ausbalanciert, wodurch ein ruhiges, von Erschütterungen freies Laufen während des Betriebes gewährleistet ist.

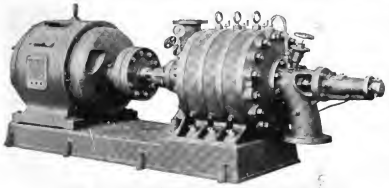


Fig. 198. Motor D 1500/225 mit Jägerpumpe für die Mühlheimer Bergwerksgesellschaft.

Die stationären Wasserhaltungsmotoren Fig. 198 werden nicht mit vollständiger Kapselung geliefert, vielmehr muß die zur Kühlung des Motors erforderliche Luft durch die Lagerschildöffnungen ungehindert eintreten können. Ist die Pumpenkammer derart feucht, daß Tropfwasser herabfällt, so muß über dem Motor ein Schutzdach angebracht werden. Um den Stromstoß beim Anlassen möglichst niedrig zu halten, werden die stationären Motoren mittels Anlasser in Betrieb gesetzt. Zu diesem Zweck erhält der Motor Schleifringe. Diese treten jedoch nur für die Dauer des Anlassens in Funktion. Hat der Motor seine volle Umdrehungszahl erreicht, so werden die Bürsten abgehoben und die Schleifringe kurzgeschlossen. Dies geschieht durch einen bequemen Griff bzw. durch ein Handrad, worauf der Motor als sog. Kurzschlußmotor weiter läuft.

Für Abteufzwecke (Fig. 199 und 200) werden die Motoren mit vertikaler Achse gebaut. Der Motor steht hierbei direkt über der Pumpe, zentrisch mit dieser verschraubt.

Fig. 199
Vertikaler Motor für Abteufpumpen, 100 PS, 1470 Umdr. pro Min.

Das obere Motorlager wird als Traglager ausgebildet und nimmt das Gewicht des Ankers, nicht aber das der Pumpenwelle auf. Die Pumpe erhält vielmehr gleichfalls ein Traglager zur Aufnahme des Gewichtes ihrer rotierenden Teile. Beide Wellen werden durch eine nachgiebige Kuppelung verbunden. Die Abteufmotoren müssen natürlich vollständig gegen das meist in großen Mengen auftretende Tropf- und Spritzwasser geschützt sein. Zur Erreichung dieses Zweckes werden Speziallagerschilder verwendet, die trotz erforderlichem Schutze gegen Eindringen von Tropf- und Spritzwasser eine ausreichende Kühlung des Motorinnern ermöglichen. Angesichts der beengten Raumverhältnisse und der unbequemen Bedienung beim Abteufen werden die Vertikalmotoren meist mit Kurzschlußankern ausgeführt. Um den Stromstoß beim Anlassen möglichst herabzumindern, erfolgt das Anlassen von Übertage vermittelst Anlaßtransformatoren. Die Pumpe darf aber nur mit geschlossenem Schieber anlaufen, da sonst das vom Motor ausgeübte Moment nicht mehr ausreicht, um den Maschinensatz auf Drehzahl zu bringen. Zur Abführung der durch den Motor erzeugten Wärme ist für eine möglichst reichliche Ventilation des Schachtes Sorge zu tragen.

Von einer gewissen Größe der Motoren ab macht die hohe Umfangsgeschwindigkeit der Lagerzapfen eine

Fig. 200.
Abteufpumpenmotor, 700 PS, 1480 Umdr. pro Min.

Wasserkühlung der Lager erforderlich. Das Kühlwasser wird zweckmäßig der ersten Druckstufe der Zentrifugalpumpe entnommen, die hierzu von vornherein behufs Anbringung der Kühlrohrleitung mit einem Stutzen zu versehen ist. Besitzt das Wasser chemische Eigenschaften,

die ein Ansetzen von Stoffen und damit ein allmähliches Verengen der Kühlkanäle zur Folge haben, oder aber das Material der Lagerschalen angreifen, so muß hierauf besondere Rücksicht genommen werden.

Unter den bis jetzt ausgeführten Motoren befinden sich auch eine größere Anzahl solcher, die mit 3000 Umdr. bis zu Leistungen von 300 PS laufen.

Die meisten Aufgaben auf dem Gebiete der Wasserhaltungen können jedoch durch Anordnung von Motoren mit 1500 Umdr. gelöst werden.

Einführung des elektrischen Betriebes auf einem amerikanischen Bergwerke. Im allgemeinen ist die bemerkenswerte Entwicklung bekannt, welche in den letzten Jahren die Kraftübertragung mit hochgespanntem Wechselstrom in den Industrieländern genommen hat. In besonders großer Ausdehnung fand diese Methode im Westen Amerikas Eingang; in Bezirken, wo Brennstoff spärlich ist und wo ein Industriebetrieb sehr teuer kommt, wird Elektrizität durch eine billige Wasserkraft erzeugt und auf weite Entfernungen fortgeleitet.

Die Bergwerksbetriebe gehören zu den Industrien, welchen besondere Vorteile aus dem Gebrauche elektrischer Arbeit erwachsen. Erstens, weil diese Arbeit billig ist und dadurch die Verarbeitung auch minderwertigen Erzes doch nutzbringend wird, zweitens weil in Bergwerken eine sehr »biegsame« Kraft, die sich also allen möglichen Anforderungen anpaßt, von großer Wichtigkeit ist. Obgleich komprimierte Luft und Dampf einen gewissen Grad von Geschmeidigkeit und Wirksamkeit besitzen, so können sie doch nicht mit dem elektrischen Strom konkurrieren. Ein Vergleich würde sowohl unter gewöhnlichen Verhältnissen als auch ganz besonders, wenn die elektrische Arbeit aus Wasserkraft gewonnen wird, die Richtigkeit obiger Behauptung erweisen. Es ist nicht die Absicht des Verfassers, einen solchen rechnerischen Vergleich zwischen den einzelnen Kraftquellen anzustellen, sondern er möchte nur eine Beschreibung einer sehr guten elektrischen Anlage geben, wohl der ersten Hochspannungs-Fernübertragung, welche in Amerika von seiten eines Bergwerkes für den eigenen Gebrauch errichtet wurde.

Vor wenigen Jahren entschied sich eine Bergwerksgesellschaft, welche große Strecken Land in der Nähe von Silver-City, Idaho, besitzt, Elektrizität an die Stelle des Dampfes für ihre zahlreichen Maschinen treten zu lassen. Kohle kostete zu jener Zeit M. 70 pro t (!) und Holz war ebenfalls kostspielig, da die benachbarten Wälder ziemlich erschöpft waren; dagegen war eine genügende Wasserkraft vorhanden, welche sich gut zur Erzeugung von Elektrizität eignete. Es wurde ein Stauwehr gebaut und ein Kraftwerk mit Turbinen errichtet, deren jede rd. 760 PS bei 77 Umdr. in der Minute zu entwickeln vermag.

Die elektrische Ausrüstung besteht aus drei 300 KW-Wechselstromdynamos; diese werden durch ca. 1 m breite Riemen mit 514 Umdr. pro Min. angetrieben; es wird zweiphasiger Wechselstrom von 500 Volt erzeugt. Der Erregerstrom von 125 Volt wird zwei 15 KW-Gleichstromdynamos entnommen. Die Erregermaschinen werden ebenfalls von der Turbinenwelle angetrieben, und zwar mit 600 Umdr. pro Min.

Die Schalttafel, die aus blauem Marmor besteht, enthält ein Feld für den Erregerstrom, drei für die Dynamos, eines mit Registrierinstrumenten und zwei für die Niederspannungsseite der Transformatoren. Es sind vier Transformatoren vorhanden, deren jeder 150 KW abgeben kann; sie transformieren von 500 Volt zweiphasig auf 22 000 Volt dreiphasig. Die Transformatoren sind auf eisernen Wagengestellen montiert, damit sie bequem versetzt werden können. Der hochgespannte Drehstrom gelangt in die Leitung durch eine Reihe von automatischen Unterbrechern, welche mit Zeitrelais ausgerüstet sind. Diese Einrichtung verhindert das sofortige Öffnen der Hauptunterbrecher, wenn einmal eine Störung auf einer der Zweiglinien auftreten sollte. Einpolige Blitzschutz- und Überspannungsvorrichtungen in Verbindung mit »statie interrupters« verhindern die Beschädigung der Apparate durch Blitzschlag oder durch atmosphärische Störungen in der Leitung. Das Kraftwerk wird durch eine große Anzahl von Glühlampen und drei Bogenlampen erleuchtet; es wird auch elektrisch geheizt, ebenso das Wohngebäude, welches sich in der Nähe des Kraftwerkes befindet.

Die Durchführung der Leitungsdrähte durch die Wand des Kraftwerkes ist so ausgebildet, daß die isolierten Drähte in zwei konzentrischen Röhren aus Hartgummi liegen, welche wiederum von einem mit Paraffin getränkten Kiefernholzblock umgeben sind. Diese ganze Konstruktion ist in quadratische Marmortafeln eingebaut, die in die Wand eingelassen sind. Der Draht erfährt hier keine mechanische Beanspruchung; der wagerechte Zug wird durch eine besondere Konstruktion außerhalb des Gebäudes aufgenommen. Die Fernleitung ist ebenfalls mustergültig ausgeführt. Die Masten sind gerade Zedernholzstangen von 10 m Länge, wovon 3 m in der Erde stecken. Die oberen Enden sowie die Querstücke nebst den Bolzen sind mit einem schützenden Anstrich versehen. Die Masten sind in genau 35 m Abstand gesetzt; in Kurven ist der Abstand geringer. $1^1/_2$ m unter den Querstücken sind auf Isolatoren und hölzernen Konsolen zwei Eisendrähte gespannt, welche für den eigenen Telephondienst bestimmt sind. Die Hauptleitung ist über 40 km lang und besteht aus drei gleichlangen Abschnitten. Von der letzten Verteilungsstation gehen noch Zweiglinien nach kleineren Verbrauchsstellen ab. Die Einrichtungen dieser Nebenleitungen sind dieselben wie auf der Hauptlinie, nur daß die Telephondrähte wegfallen. Mit Ausnahme der Beleuchtungsleitung ist die sekundäre Verteilung dreiphasig. Die Transformatoren sind in doppelter Leistungsfähigkeit vorhanden. Da der Leitungsverlust annähernd 10% d. s. 2200 Volt, beträgt, so übersetzen diese Transformatoren von 22 000 Volt auf eine Spannung, die sich zwischen 400 und 480 Volt einstellen läßt. Für die Beleuchtung ist noch die kleinere Spannung von 110 bis 120 Volt vorgesehen. Die Gebäude aller Unterwerke sind aus Eisen, die Wände und Dächer mit Wellblech verkleidet, mit Ausnahme der Giebelenden, durch welche die Hochspannungsleitungen einmünden. Die Einführung in die Gebäude geschieht auf ähnliche Art, wie früher beim Hauptwerk beschrieben.

Im ersten Unterwerk befinden sieh drei Gruppen automatischer Unterbrecher für die Zweiglinien. Es sind hier drei 37 KW-Transformatoren vorhanden, welche Kraft für einen 75 pferdigen Induktionsmotor liefern, welch letzterer einen Luftkompressor antreibt. Ebenso wird noch Strom für ein Gebläse und für die Beleuchtung verwandt. Im zweiten Unterwerk stehen drei 37 KW-Transformatoren, die Kraft an einen 100 pferdigen Motor zum Antrieb von Steinbrechmaschinen abgeben. Im letzten Werk ist wieder die gleiche Sorte von Transformatoren, und zwar in zwei Gruppen aufgestellt. Von der einen Gruppe wird ein Strom von 460 Volt an einen 75 pferdigen Motor abgegeben, ebenso an einen 50 pferdigen, welcher einen Reserve-Luftkompressor antreibt. Die zweite Gruppe liefert Strom von 480 Volt, welcher an verschiedenen Verbrauchsstellen innerhalb des Berg-

werkes Verwendung findet, u. a. für einen 100pferdigen Motor mit Luftkompressor.

Das Werk wurde vor einigen Jahren in Betrieb gesetzt und hat sich vorzüglich bewährt. Die Zusammenstellung der Unkosten hat ergeben, daß durch die Verwendung elektrischer Arbeit bedeutende Vorteile gegenüber der früheren Betriebsart mit Dampfmaschinen erzielt wurden.

Beleuchtung, Heizung, Lüftung.

Die Luftverhältnisse in den Tunneln der New Yorker Untergrundbahnen. Kurz nach der vor etwa zwei Jahren erfolgten Eröffnung des ersten Streekenabschnittes der New Yorker Untergrundbahn von der 96. Straße bis zur Brooklyn-Brücke wurden die Beschwerden wegen der Luftverhältnisse in den Tunneln sowohl von seiten der Fahrgäste als auch von seiten der Betriebsbeamten so laut, daß sich die Verwaltung entschloß, umfangreiche Ergänzungsarbeiten zur Verbesserung der Luft in den Tunneln in Angriff zu nehmen, die seither schon fertiggestellt worden sind und zur allgemeinen Zufriedenheit arbeiten.

In der Nähe des Bahnhofes Brooklyn-Bridge sind vier Brunnen abgeteuft worden, die Kühlwasser für eine Luftkühlanlage liefern. Auf jeder Seite des Bahnhofes sind Kühlschlangen aufgestellt, die je etwa 7200 m Rohrlänge enthalten, und an diesen vorbei drücken zwei Ventilatoren von 4500 cbm Leistung in der Minute die in die Tunnel eintretende Luft in große rechteckige Rohrleitungen aus verzinktem Eisenblech hinein. An vielen anderen Stellen der Tunnelstrecke sind außerdem Öffnungen angebracht worden, die an die Straßenoberfläche führen und durch welche eine Erneuerung des gesamten Luftinhaltes der Tunnel hauptsächlich unter dem Einfluß der durch die schnellfahrenden Züge hervorgerufenen Luftbewegung in der kürzesten Zeit bewerkstelligt wird.

Doch damit allein hat sich die Verwaltung der New Yorker Untergrundbahn, der Board of Rapid Transit Commissioners, noch nicht begnügt. Sie hat außerdem sehr eingehende Untersuchungen über die sonstigen Luftverhältnisse der Tunnel, namentlich über ihre Verunreinigung durch Staub usw., im Vergleich mit anderen technischen Betrieben anstellen lassen sowie Erhebungen darüber gemacht, inwieweit physiologische Einwirkungen dieser Verunreinigungen auf die Beamten der Bahn schon vorliegen oder in absehbarer Zeit hervorgerufen werden könnten. Die Ergebnisse dieser von George A. Soper durchgeführten Untersuchungen sind vor kurzem bekannt geworden, und sie werfen auf die gesamten Gesundheitsverhältnisse der Tunnelbahnen ein so eigenartiges Licht, daß eine Mitteilung darüber auch für unsere Kreise von Interesse sein dürfte, zumal wie in London und Paris auch bei uns der Bau von elektrisch betriebenen Tunnelbahnen stets größeren Umfang annimmt.

Dem Bericht zufolge sind an allen möglichen Stellen der Tunnelstrecke im ganzen etwa 146 Proben der Luft entnommen worden, die genau chemisch analysiert worden sind Es hat sich hierbei herausgestellt, daß der Gesamtgehalt der Tunnelluft an Staub nicht wesentlich größer war als unter ähnlichen Verhältnissen auf der Straße, denn die Tunnelluft enthielt durchschnittlich 2,25 mg Staub in 1 cbm, während die Untersuchung der Luft in den New Yorker Straßen durchschnittlich 1,83 mg in 1 cbm ergeben hat.

Was aber die Verhältnisse der Tunnelluft ganz besonders kennzeichnet, sind die chemischen Bestandteile des Staubes. Nachstehend seien die Ergebnisse von elf Staubanalysen angeführt, die als Maßstab für die mittleren Verhältnisse angesehen werden können, und aus denen hervorgeht, daß zwischen dem Straßenstaub und demjenigen der Untergrundbahn ein wesentlicher Unterschied besteht, der ungewöhnliche Reichtum an Eisen.

Tag der Staubsammlung im Jahre 1905	Ort der Staubsammlung	Gehalt an Eisen	Gehalt an Kieselsäure u. anderen säurenlöslichen Stoffen	Gehalt an Öl	Gehalt an flüchtigen u. organischen Stoffen
		%	%	%	%
3. Aug.	Haltestelle 96. Straße .	61,07	12,79	0,88	23,26
3. Aug.	» 14 Straße .	41,77	26,39	1,43	30,41
14. Aug.	» Grand Central .	67,35	12,05	1,23	18,77
17. Aug.	» Brooklyn-Brücke	45,72	21,79	1,07	30,52
18. Aug.	» 23. Straße .	54,36	20,50	0,99	24,15
21. Aug.	» 33. Straße .	60,66	12,34	0,91	17,09
21. Aug.	» Kanalstraße .	74,78	9,46	0,80	14,96
19. Sept.	» 116. Straße und Lenox-Avenue .	66,69	13,84	0,96	18,51
19. Sept.	» Times-Platz .	68,42	7,45	1,00	23,13
20. Sept.	» 18. Straße .	59,84	17,94	1,43	20,79
20. Sept.	» 28 Straße .	62,58	16,28	1,42	19,72
	im Durchschnitt .	61,30	15,58	1,18	21,94

Es sei zunächst hervorgehoben, daß die Zahl der in 1 cbm Tunnelluft vorhandenen Bakterien etwa halb so groß war wie diejenige, die in der Straßenluft gefunden werden kann. Allerdings waren die Bakterien der Tunnelluft insofern als gefährlicher anzusehen, als sie in den Tunneln länger lebten als außerhalb. Bei dem Pneumokokkus z. B., der als die Ursache der Lungenflügelentzündung angesehen wird, hat man durch Versuche eine Lebensdauer von 21 Tagen in den Tunneln festgestellt gegenüber vier Tagen auf der Straße. Dessenungeachtet bleibt der starke Gehalt der Tunnelluft an Eisen der wichtigste Faktor, der bei der Untersuchung über die Luftverhältnisse zutage gefördert worden ist. Schon mit freiem Auge kann man größere und kleinere Eisenteilchen auf dem Bahnkörper, namentlich aber auch auf den Kleidungen von Beamten sowie überhaupt von Personen sehen, die längere Zeit in den Tunneln zu tun haben. Dieser Eisenstaub dringt bis auf den Körper der Eisenbahnbeamten und färbt alle Wäsche nach kurzer Zeit braun. Wenn man einen gewöhnlichen Hufeisenmagneten in Mundhöhe an einem Wagen der Untergrundbahn aufhängt, so sammeln sich daran nach wenigen Tagen große Mengen von Eisenteilchen, die bis zu 2 mm Länge erreichen können. Man hat den Versuch gemacht, drei gleiche Magneten an verschiedenen Orten anzubringen, den einen in der Untergrundbahn, den zweiten in einer Metallschleiferei und den dritten in einer Eisengießerei; dabei hat sich ergeben, daß der Magnet in der Untergrundbahn weitaus die größte Menge von Eisenspänen gesammelt hat.

Der größte Teil dieser Eisenspäne rührt von den eisernen Bremsschuhen her, die sich jedesmal beim Einfahren eines Zuges in einen Bahnhof mit großer Kraft gegen die stählernen Laufreifen der Wagenräder legen. Man hat berechnet, daß jeden Monat auf jedem Kilometer der Untergrundbahn etwa 630 kg Eisen von den Bremsschuhen allein abgeschliffen wird. Zu diesem Verschleiß der Bremsschuhe tritt der Verschleiß an den Schienen, der namentlich in den Krümmungen der Strecke groß ist, so daß man gezwungen war, die Schienen dort aus sehr hartem Stahl herzustellen. Auch die stählernen Laufkränze der Wagenräder und die Kontaktschuhe, die zur Zuführung des Stromes von einer dritten Schiene zum Motorwagen dienen, tragen endlich zur Erhöhung des Eisengehaltes der Tunnelluft bei, so daß man annehmen kann, daß auf der ganzen, etwa 33,5 km langen

Strecke nicht weniger als 25000 kg Eisenteile monatlich abgeschliffen werden!

Die Reinhaltung der Tunnelluft wird natürlich durch den Umstand erschwert, daß die ununterbrochen in Bewegung befindlichen Züge den Staub immer wieder aufwirbeln; der Staubgehalt würde unter anderen Verhältnissen wesentlich geringer sein, wie man gelegentlich eines einstündigen Stillstandes der ganzen Bahnstrecke durch Versuche festgestellt hat.

Es muß eigenartig erscheinen, daß trotz dieser außergewöhnlich ungünstigen Luftverhältnisse die angestellte ärztliche Untersuchung an etwa 200 Beamten der Untergrundbahngesellschaft wirklich nachteilige gesundheitliche Wirkungen bis jetzt noch nicht zutage gefördert hat, wenigstens nicht solche, die unbedingt auf die vorliegenden Verhältnisse zurückzuführen sind. Mit Rücksicht darauf, daß das ganze Untergrundbahnunternehmen noch sehr jung ist, und daß die Beamten, die vornehmlich kräftiger Natur sind, noch nicht sehr lange in ihren Diensten stehen, erscheint dies vielleicht auch erklärlich. Auf die Dauer dürfte aber dieser Zustand nicht haltbar sein, und es ist dringend zu wünschen, daß Maßnahmen gegen den großen Eisengehalt der Tunnelluft so bald wie möglich ergriffen werden. Ob der Zweck dadurch erreicht werden könnte, daß man die Abnutzung der Eisenteile vermindert, erscheint — zum mindesten auf absehbare Zeit hinaus — zweifelhaft; viel richtiger wäre es, den Staub an möglichst vielen Stellen, die keinem Luftzug ausgesetzt sind, zu sammeln und im übrigen für häufige Erneuerung des gesamten Luftinhaltes der Tunnel zu sorgen.

Aus den Geschäftsberichten.

Auszug aus dem Bericht über das Geschäftsjahr 1906—1907 der Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft vorm. W. Lahmeyer & Co., Frankfurt a. Main. In dem Bestand der uns gehörenden und von uns betriebenen Elektrizitätswerke und elektrischen Bahnanlagen ist eine nennenswerte Veränderung nicht eingetreten und haben sich diese Betriebe, ebenso wie diejenigen Aktiengesellschaften, an denen wir beteiligt sind, im allgemeinen befriedigend weiter entwickelt.

Bei den eigenen und pachtweise betriebenen Werken ist die Summe der Ausschlußwerte für installierte Lampen und Motoren um rd. 36% gestiegen.

Für unser Gesehäftsergebnis ist naturgemäß das Ergebnis der Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke A.-G. von ausschlaggebender Bedeutung. Wie aus den weiter unten folgenden Mitteilungen aus dem Geschäftsbericht der Gesellschaft zu ersehen ist, war dieselbe im abgelaufenen Geschäftsjahr und ist auch gegenwärtig voll beschäftigt, so daß die Hoffnung berechtigt erscheint, daß das diesjährige Ergebnis ebenso günstig wie dasjenige des abgelaufenen Geschäftsjahres, für welches 11% Dividende verteilt worden sind, werden wird.

Aus dem Geschäftsbericht der Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke A.-G. für das Geschäftsjahr 1906 heben wir insbesondere folgendes hervor:

»Das abgelaufene Geschäftsjahr, das erste volle Jahr seit dem Zusammenschluß der Felten & Guilleaume Carlswerk A.-G. mit der Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft vorm. W. Lahmeyer & Co., brachte entsprechend der allgemeinen Geschäftslage den sämtlichen Betrieben reichliche Aufträge und Beschäftigung, so daß alle Abteilungen nahezu bis zur Grenze ihrer Leistungsfähigkeit und teilweise darüber hinaus besetzt waren und die Lieferung vielfach nicht eingehalten werden konnten, besonders, da auch der verspätete Erhalt der Rohmaterialien häufig zu Verzögerungen den Anlaß gab.

Abgesehen von dem an sich schon hohen aus dem Vorjahre übernommenen Auftragsbestand war die Summe der aufgenommenen neuen Aufträge im ganzen um rd. 25% höher als im Vorjahre, und zwar im besonderen beim Carlswerk in Mülheim um ca. 18% und bei dem Dynamowerk in Frankfurt um 45%, ohne Berücksichtigung der ebenfalls erheblich gesteigerten Umschläge unserer selbständigen Auslandsorganisationen. Die Summen der abgelieferten Waren und Anlagen sind im ganzen um 15% größer als im Vorjahre, und zwar bei dem Carlswerk um 18% und bei dem Dynamowerk um 5%, so daß Auftragsbestände verbleiben, die wieder um 35% im ganzen, bezw. 5% und 84% im einzelnen höher sind als im Vorjahre. Auch in den ersten vier Monaten des neuen Jahres ist die Beschäftigung unverändert stark geblieben und hat eine weitere Steigerung der Aufträge gebracht, so daß anzunehmen ist, daß im laufenden Jahre die Werkstätten ebenfalls vollbesetzt bleiben und befriedigend arbeiten werden.

Entsprechend der gesteigerten Geschäftstätigkeit ist auch die Zahl der angestellten Beamten und Arbeiter von insgesamt 9850 am 31. Dezember 1905 auf 10,470 am 31. Dezember 1906 gestiegen, wovon 6420 auf das Carlswerk und 4050 auf das Dynamowerk entfallen.

In den Aufträgen des Dynamowerks in Frankfurt a. M. des letzten Jahres waren insbesondere enthalten:

rd. 9020 Maschinen mit einer Gesamtleistung entsprechend 382,000 PS gegen rd. 7670 Maschinen mit einer Gesamtleistung entsprechend 252,000 PS im Vorjahre.

Abgeliefert wurden:

rd. 8070 Maschinen mit einer Gesamtleistung entsprechend 265,000 PS gegen rd. 6700 Maschinen mit einer Gesamtleistung entsprechend 189,000 PS im Vorjahre.

Die Durchschnittsleistung der in Auftrag erhaltenen Maschinen betrug demnach 42 PS gegen 33 PS und die der abgelieferten 33 PS gegen 28 PS für den gleichen Zeitraum des Vorjahres.

Zu den wichtigen Vorkommnissen im letzten Geschäftsjahr ist insbesondere auch die Erwerbung der Aktien der Maschinenfabriken von Escher, Wyß & Co. in Zürich und Ravensburg zu rechnen, die heute fast ganz im Besitz der Gesellschaft sind. Die Erwerbung ist zu günstigen Bedingungen erfolgt und hatte hauptsächlich zum Zweck, der Gesellschaft auf dem Gebiete der Dampfturbinen größere Bewegungsfreiheit zu verschaffen. Die Escher Wyß Gesellschaft ist in einer sehr guten Entwickelung begriffen und mit so reichlichen Aufträgen versehen, daß eine erhebliche Werkvergrößerung nötig war und sofort in Angriff genommen worden ist.«

Das Abschreibungskonto für eigene Werke ist nach Abbuchung einiger Abgänge im ganzen von M. 938,337.84 auf M. 1,194,769.42 gestiegen.

Der Bruttogewinn ist von vorjährigen M. 3,116,359.10 auf M. 3,503,164.35 gestiegen. Anderseits erforderten die Obligationszinsen M. 161,391.78 mehr als im Vorjahre und ebenso sind die Zinsen und Provisionen für Bankkredite und andere Guthaben, insbesondere Verrechnungen mit den Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerken infolge des außerordentlich teueren Geldstandes um

M. 129,845.44 gestiegen, so daß ein Reingewinn von M. 1,626,862.11 verbleibt, der wie folgt verteilt wird:

5% Rücklage in den gesetzlichen Reservefonds	M.	78,435.82
4% Dividende von M. 20,000,000.— .	»	800,000.—
Tantieme an den Aufsichtsrat . . .	»	69,028.—
3% Superdividende v. M. 20,000,000.—		600,000.—
Vortrag auf neue Rechnung		79,398.29
	M.	1,626,862.11

Neue Bücher.

Handbuch für den Bau und die Instandhaltung der Oberleitungsanlagen elektrischer Bahnen. Von Ingenieur Artur Ertel. Hannover, Verlag Dr. Max Jänecke.

Unter obengenanntem Titel ist in der Bibliothek der gesamten Technik ein Band erschienen, in welchem der Verfasser nach einem kurzen geschichtlichen Überblick über die Entwicklung der elektrischen Bahnen und einer allgemeinen Zusammenfassung der verschiedenen Stromzuführungsarten die Oberleitung sowohl vom Standpunkte des Projektanten und Bauleiters, wie auch von jenem des Betriebstechnikers behandelt.

Vom allgemeinen Schema einer elektrischen Bahnanlage ausgehend werden vorerst die Berechnungen zur Bestimmung der Leitungsanlage wie: Belastung des Netzes, Wahl der Querschnitte usw. behandelt und ist die einfach gehaltene, durch Beispiele erläuterte Theorie für kleinere Anlagen sowie für überschlägige Berechnungen ausreichend.

Die für die Projektsverfassung nötigen Behelfe sind tabellarisch geordnet und werden die geschickt zusammengestellten einschlägigen Gesetzbestimmungen die Arbeit des Projektanten wesentlich erleichtern.

Der Austeilung der Stützpunkte ist große Aufmerksamkeit gewidmet, und ist insbesonders die Bestimmung des Fahrdrahtzuges in Kurven sehr eingehend behandelt.

In der Beschreibung der einzelnen Teile der Oberleitung wie: Tragwerk, Spann- und Isoliermaterial, Klemmen und Ösen, Speiseleitungen etc. ist das in Verwendung stehende Material sorgsam zusammengetragen, und sind auch die allgemein geltenden Lieferungsbedingungen beigegeben.

Die praktischen Winke für die Montage dürften insbesonders für Monteure wertvoll sein, obwohl die Liste der Geräte und Werkzeuge etwas erweiterungsbedürftig erscheint.

Als Handbuch dürfte sich das Werk bald einbürgern, und können die kleinen Mängel, die es aufweist, bei einer Neuauflage mit Leichtigkeit behoben werden.

So fehlen z. B. Angaben über maximale Stromstärken, welche mittels der verschiedenen Stromabnehmer (Schleifbügel, Rolle, Walze etc.) von der Oberleitung abgenommen werden können und im Zusammenhange damit Anlagen mit zwei Fahrdrähten, wie sie bei Bahnen, wo große Stromstärken abgenommen werden müssen, zur Ausführung gelangen.

Bei den Streckenausschaltern fehlen solche für große Stromstärken, z. B. Hörnerausschalter, außerdem Fernschalter zum Abschalten von Fahrdrahtsektionen von gewissen Punkten (Stationen) aus, während auf andere besondere Einrichtungen, wie Signalanlagen für eingleisige Strecken etc. zuviel Sorgfalt verwendet erscheint.

Unter dem Isolationsmaterial für die Fahrleitung fehlt das Porzellan gänzlich, obwohl es besonders in neuerer Zeit in Form von Nissen, Rollen usw. wieder vielfach Anwendung findet.

Das Hänge- und Isoliermaterial für höhere Betriebsspannungen erscheint ebenfalls vernachlässigt.

Obwohl die Schienenrückleitung streng genommen nicht zur Oberleitung gehört, steht sie doch mit derselben in so engem Zusammenhange, daß neben der Art, wie die Ausführung der Speiseleitung, insbesonders Kabel und deren Anschlüsse beschrieben sind, die Vernachlässigung der Schienenverbinder unbedingt auffallen muß.

Der Abschnitt über die Instandhaltung der Oberleitung ist recht geschickt zusammengestellt, und sind alle vorzunehmenden Arbeiten der Revision ausführlich behandelt. Leider sind aber Mittel zur Ausbesserung entstandener Schäden nicht angeführt. So ist, um nur ein Beispiel zu geben, die Abnutzung des Fahrdrahtes und deren Bestimmung eingehend geschildert. Es braucht jedoch die Arbeitsleitung selbst dann, wenn die Abnutzung stellenweise über das erlaubte Maß hinaus geht, nicht ausgewechselt werden, da der Fehler durch Anbringung von Verstärkungsdrähten paralisiert werden kann.

Von dem Bestreben, die Oberleitung möglichst vollkommen zu behandeln, zeugt der Umstand, daß auch schon die Oberleitung für größere Fahrgeschwindigkeiten, die Vielfachaufhängung, in den Rahmen des Handbuches aufgenommen ist, so daß mit Recht vorausgesetzt werden kann, daß bei einer Neuauflage des Buches durch entsprechende Ergänzungen und Weglassungen der unbestrittene Wert des kleinen Werkes noch erhöht werden wird.

H. S.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

B. Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft.

1. Antrieb von Hüttenmaschinen.

Die elektrische Herstellung von Eisen nach der Methode der Aktiengesellschaft „Elektrometall". Von Bergsmann. (Glückauf, 26. Okt. 1907, S. 1442.)* Die Erzeugung des Eisens aus den Erzen erfolgt in einem Hochofen, wobei nur soviel Kohle zugesetzt wird, als zur Reduktion der Erze erforderlich ist. Die erforderliche Wärme wird dadurch erzeugt, daß Wechselstrom von 40 bis 60 Volt Spannung durch geeignet geformte eiserne Elektroden, die außerhalb des Ofens liegen und mit dem Innern durch in gemauerten Rinnen befindliches flüssiges Eisen in Verbindung stehen, durch das flüssige Eisen geleitet wird. Die erzeugten Gase werden an der Gicht abgesaugt und durch einen Exhaustor in den unteren Teil des Ofens zurückgeführt, wo sie gleichfalls zur Wärmeerzeugung dienen. Stromverbrauch pro t Roheisen 0,29 PS pro Jahr. Durchrechnung eines Beispiels für den hüttenmännischen Prozeß. Vergleich der Kosten beim gewöhnlichen und elektrischen Hochofen. Direkte Stahlerzeugung aus den Erzen.

2. Antrieb von Bergwerksmaschinerien.

Geschichte des Bergbaues mit besonderer Berücksichtigung des Bergmaschinenwesens. Von Max Freyberg in Brüx. (Zeitschr. d. Verbandes der Bergbau-Betriebsleiter, 1. Mai 1907, S. 77; 1. Juni 1907, S. 99; 1. Juli 1907, S. 133; 1. Aug. 1907, S. 155; 1. Sept. 1907, S. 163; 1. Okt. 1907, S. 183; 1. Nov. 1907, S. 201. Schluß folgt.)* Bergbau im Altertum und Mittelalter. Wasserhaltungsmaschinen mit Göpel, Wasserrad-, Turbinen- und Dampfantrieb. Unterirdische Wasserhaltungen mit Dampfbetrieb. Zentrifugalpumpen mit elektrischem Antrieb. Förder-

maschinen mit Göpelbetrieb und Wasserrädern. Kehrräder, bestehend aus zwei oberschlächtigen Rädern für entgegengesetzte Drehrichtungen. Dampfördermaschinen. Elektrische Fördermaschine mit Drehstrommotor und Anlasser. Antrieb mit Gleichstrom und Batterie, die gruppenweise zu- und abgeschaltet wird. System Ilgner mit Leonardschaltung und Schwungradausgleich. Neueste Vervollkommnung der Dampffördermaschine. Krageförderung. Sicherheitsapparate. Sprengmittel, Bohrmaschinen mit Druckluft- und elektrischem Betrieb. Streckenförderungen mit Seil- und Lokomotivbetrieb, letztere mit Benzinmotor oder Elektromotor. Stromversorgung durch Oberleitung oder Akkumulatoren. Drahtseilbahnen. Ventilatoren und Kompressoren.

Geschichte des Bergbaues mit besonderer Berücksichtigung der Entwicklung des Bergmaschinenwesens. (Schluß.) Von Max Freyberg in Brüx. (Zeitschr. d. Verbandes der Bergbau-Betriebsleiter. 1. Dez. 1907, S. 213.)* Kompressoren, Kessel. Verwertung der Koksofengase, Gasmotoren, Dampfturbinen, Abdampfverwertung, Grubenlampen, Salzbergbau.

3. Antrieb von Werkzeug- und Arbeitsmaschinen, Pumpen, Kompressoren, Ventilatoren etc.

Les nouvelles pompes-turbines Von Otto H. Mueller. (L'Eclair. electr., 23. Nov. 1907, S. 253 bis 261 und 30. Nov. 1907, S. 296 bis 309.)* Vorzüge der Turbinenpumpen gegenüber Kolbenpumpen; einfacher elektrischer Antrieb, geringer Raumbedarf, vollkommene Regelung der Leistung, einfacher Bau, große Betriebssicherheit. Praktisch von besonderer Bedeutung ist die Unmöglichkeit einer zu hohen Drucksteigerung. Durch Einbau eines Ventils in die Druckleitung kann bei konstanter Druckhöhe eine Veränderung der Leistung um 80 bis 100% mit einer Erniedrigung des Wirkungsgrades von nur 10% erreicht werden. Dagegen sind zur Veränderung des Druckes bei gleicher Drehzahl und Fördermenge mehrstufige Turbinen notwendig. — Der Wirkungsgrad von Turbinenpumpen beträgt etwa 60% bei 5 PS und 80% bei 100 PS Leistung. Höchstwert etwa 85%. Wegen der Gefahr des Eindringens von Fremdkörpern sind besondere Schutzmaßregeln sowie vor allem leichte Auf- und Abbaumöglichkeit unerläßlich. — Alle bisher gebauten Turbinenpumpen sind Radialturbinen; die verschiedenen Systeme (Sulzer, Rateau, Lang, Kugel-Gelpeke u. a.) unterscheiden sich hauptsächlich nur in den Mitteln zur Aufhebung des Axialdruckes. Besonders einfach gelöst im System Worthington. Beschreibung einer Anzahl von dieser Firma gelieferten Pumpen unter Wiedergabe der charakteristischen Kurven. — Zum Antrieb von Turbinenpumpen kommen fast ausschließlich Elektromotoren in Betracht. Dampfturbinen haben sich hierzu weniger bewährt. Z. B. würde bis zu 1000 PS Leistung eine Dampfturbine um 50% mehr Dampf verbrauchen als entsprechende Kolbenmaschinen. Bei Dampfbetrieb könnte daher nur der geringe Raumbedarf und das Gewicht für die Wahl von Turbinen ausschlaggebend sein.

6. Antrieb von gewöhnlichen Hebezeugen aller Arten.

Eine fahrbare Kabelwinde mit elektrischem Antrieb. Von Herm. Schultz. (E. T. Z., 28. Nov. 1907, S. 1141.)* Zum Einziehen der Telephonkabel wurden bisher von Hand betriebene Winden benutzt, die beim Einziehen schwerer Kabel (Zugkraft bis 3000 kg) von 10 bis 12 Mann betätigt werden mußten. Die vorliegende Einrichtung besteht aus zwei Wagen, der eine trägt einen Benzinmotor (6 PS, 650 Umdr. pro Min.) gekuppelt mit einem Gleichstromgenerator (3,5 KW, 220 Volt) und die Nebenapparate, auf dem anderen ist das von einem Gleichstrommotor (3 PS, 1220 Umdr. pro Min., 220 Volt) betriebene Windwerk eingebaut. Die Drehzahl des Motors ist durch einen Anlaß-Regulierwiderstand bei vollem Drehmoment um 90% veränderlich, durch ein dreifaches auswechselbares Vorgelege ist die Drehzahl der Trommel außerdem noch im Verhältnis 1 : 4 veränderlich, so daß die Seilgeschwindigkeit insgesamt im Verhältnis 1 : 40 oder von 0,2 bis 8 m/Min geändert werden kann. Arbeitsleistung gegenüber den Handwinden ungefähr das Doppelte. Personalersparnis gegenüber der Handwinde 5 Arbeiter. Die auf dem einen Wagen aus Benzinmotor und Gleichstrommotor bestehende Kraftstation kann noch für andere Zwecke verwendet werden, z. B. zum Antrieb einer Zentrifugalpumpe zum Auspumpen von Kanälen etc., oder einer Hochdruckluftpumpe zum Beheben von Rohrpoststörungen, oder eines Vakuumreinigers.

The Electric Crane Equipment of the „Luisitania" and the „Mauretania". (Elect. Enging., 5. Dez. 1907.)* Die Ausrüstung der beiden neuen Cunarddampfer an Hebezeugen besteht aus vier elektrischen Deckkranen und vier Frachtenaufzügen. Die Deckkrane sind freitragende Drehkrane mit Halbmessern von 7,8 bzw. 5,4 m. Der Antriebsmotor hat einen Schalthebel, welcher mit der Kupplung der Antriebswelle zwanglänfig verbunden ist. Das Senken der Last geschieht mittels Fußbremse, unter automatischer Abschaltung des Motors. Die Krane sind von Stothert & Pitt in Bath gebaut. Die Frachtenaufzüge dienen für Lasten bis zu 600 kg und geschieht das Heben und Senken der Last durch je einen Motor mit 60 m, bzw. 90 m Geschwindigkeit pro Minute. Der Seilantrieb geschieht mittels Schraubenrad und Vorgelege. Die Motoren sind geschlossene Gleichstrom-Reihenschlußmotoren für 110 Volt, die Leistung des Hubmotors beträgt 12 PS bei 500 Umdr. pro Min., diejenige des Senkmotors 2½ PS bei 720 Umdr. pro Min., die Regulierung geschieht mit Hilfe eines Fahrschalters mit Metallwiderständen.

7. Wirtschaftliche Untersuchungen.

Elektrizitätswerke für Bahnhofbeleuchtung. Von Bischof, München. (E. u. M., Wien, 17. Nov. 1907, S. 898.) In Bayern bestanden nach dem amtlichen Jahresbericht 1905: 14 bahneigene Werke. Jene in Augsburg, München H.-B., Nürnberg R.-B. und Weiden liefern die in der Tabelle auf Seite 179 angegebenen Ergebnisse.

C. Beschreibung ausgeführter oder geplanter Bahnanlagen sowie besonderer Systeme.

1. Vollbahnen.

Die Lötschbergbahn. Von S. Herzog. (E. u. M., Wien, 27. Okt. 1907, S. 831.) Die elektrische Arbeit zum Betriebe der durch den Lötschberg zu befördernden Züge wird auf der Nordseite von den Vereinigten Kander- und Hagneckwerken, auf der Südseite von dem Elektrizitätswerke an der Lonza geliefert werden. Über das System ist z. Z. noch kein Beschluß gefaßt worden. Die für das Jahr 1902 berechnete

	Einheit	Augsburg	München H.-B.	Nürnberg R.-B. mit Werkstätte	Weiden mit Werkstätte
I. Erzeugung des Elektrischen Stromes:					
Anlagekosten des Werkes für sich	Mark	263 758	712 759	885 159	161 514
Dampfmaschinen	Zahl	3	4	3	4
Gesamtpferdestärke effektiv	PS	390	1 660	2 130	507
Dampfkessel	Zahl	3	6	4	3
Gesamtheizfläche	qm	210	870	1 000	300
Elektrische Maschinen	Zahl	3	4	3	4
Gesamtmaschinenleistung	KW	258	1 350	1 468	390
Akkumulatorenbatterie	Zahl	1	1	2	—
Spannung	Volt	2 × 155 Gleichstrom	5000/120 Drehstrom	5000/300 2 × 225 Drehstr./Gleichstr.	2000/120 Zweiphasenstrom
Stromart					
Jahresleistung in erzeugten KW.St.	KW.St.	438 322	2 413 683	1 397 848	443 620
An das Netz abgegebene KW.St.	KW.St.	392 234	2 140 962	1 148 552	433 765
Materialverbrauch in Rohrkohlen ungerechnet	t	932	6 529	3 252	838
Ausgaben für Gehälter, Materialien, Unterhaltung abzüglich der Einnahmen aus Altmaterial	Mark	34 808	189 291	96 123	29 922
Reinaufwand für Stromerzeugung. Summe a:	Mark	34 808	189 291	96 123	29 922
II. Beleuchtung der Bahnhöfe:					
Herstellungskosten der Beleuchtungsanlage	Mark	220 872	919 191	500 000	233 178
Angeschlossene KW am Jahresschlusse	KW	322	1 066	650	318
Jahresverbrauch in KW.St.	KW.St.	392 234	2 140 962	1 148 552	433 765
Ausgaben abzüglich der Einnahmen (wie bei I berechnet)	Mark	11 540	46 376	13 234	10 979
Reinaufwand an Nebenkosten. Summe b:	Mark	11 540	46 376	13 234	10 979
Gesamtkosten ohne Zuschläge	Mark	46 349	235 676	109 358	40 901
» mit Zuschlägen	Mark	97 810	438 286	233 258	83 639
Durchschnittsbeleuchtungskosten für eine verbrauchte KW.St.	Pf.	24,94	20,52	20,01	19,28

Verkehrsdichte beträgt 277 000 Reisende und 500 000 t Güter. Es wird mit 300 t Zuggewicht bei Schnellzügen und mit 600 t bei Güterzügen zu rechnen sein. Die größte Steigung beträgt sowohl auf der Nord- wie auf der Südrampe 27 ‰, die mittlere Steigung in einer Richtung auf ersterer 21, auf letzterer 21,2 ‰. Der Haupttunnel, welcher z. Z. eingleisig ausgebaut wird, hat eine Länge von 13,735 km. Die Kosten der Erstellung eines zweigleisigen Tunnels stellen sich auf M. 40 Mill., d. h. 10,4 Mill. höher als diejenigen eines einspurigen. Dieser verhältnismäßig niedrigen Mehrkosten und vieler anderer Vorteile wegen wird der zweispurige Ausbau des Tunnels vorgesehen, ist jedoch noch nicht gesichert. Die gesamte Bausumme der 85,575 km langen Bahn mit eingleisigem Tunnel ist auf rd. M. 66,4 Mill. veranschlagt.

Die elektrische Bahn Wien—Baden. Von Ing. L. Kadrnozka, Wien. (E. u. M., Wien, 20. Okt. 1907, S. 803; 27. Okt. 1907, S. 827; 11. Nov. 1907, S. 872.)* Die gesamte Betriebslänge beträgt 29,78 km, 9,4 km werden mit Gleichstrom und 20,36 km mit Wechselstrom betrieben. Auf der Strecke Guntramsdorf—Baden wird ein Fahrdraht von 8 mm Durchmesser verwendet, der an den Querdrähten der beiderseitigen Ausleger der eisernen Gittermaste isoliert aufgehängt ist. Strecke Guntramsdorf—Wien: nahtlos gewalzte Rohrmaste, Fahrdraht 9 mm Durchmesser. Zwischen Wechselstromstrecke und Gleichstromstrecken sind in 13 m Abstand zwei Streckentrennungen eingebaut, dazwischen dauernd isolierter Fahrdraht. Die Hochspannungsleitung vom Kraftwerk zu den Streckentransformatoren besteht aus zwei Drähten von 30 qmm Querschnitt und ist auf dem Gestänge der Fahrleitung geführt. Drahtringe zum Erden gerissener Drähte. Fangnetze. Allseitig geschlossene, nach Art einer Hängebrücke ausgeführte Schutznetze bei Straßenkreuzungen. Die Hochspannungsleitung ist in ein starres Gitterwerk gelegt, wo stattliche Schwachstromleitungen gekreuzt werden. 550 Volt Fahrdrahtspannung; 6 Transformatorenunterwerke im Abstand von rd. 3500 m. Die Transformatorenhäuschen sind ganz in Eisenbeton, 2 × 2 × 7 m, und zweigeschossig aufgeführt. Das Erdgeschoß nimmt der Öltransformator von 110 KVA. Dauerleistung und 4 t Gewicht ein, welcher über eine abnehmbare Schienenbrücke auf einen gewöhnlichen Ziegelwagen der Wiener Lokalbahnen gefahren werden kann. Die Hochspannungsschalter, Sicherungen und Blitzschutzvorrichtungen sind im Obergeschoß untergebracht. Die Kurbeln für die Hochspannungsschalter sowie die Schalt- und Meßapparate für Niederspannungen werden von einem kleinen Anbau aus bedient. Beschreibung der Schaltanlage. Das Kraftwerk Leesdorf bei 25,43 km enthält 3 Tischbeinkessel von je 80 qm, 3 solche von je 150 qm Heizfläche für 8,5 Atm. Überdruck, 1 Wasserreinigungsanlage für 10 cbm/St., 3 Worthington-Speisepumpen, 3 stehende Verbund-Dampfmaschinen von je 300 PSe, 1 liegende Verbundmaschine von 150 PSe Höchstleistung, Überhitzer sind nicht vorhanden. Die beiden Wechselstromerzeuger für je 200 KVA., 10 000 Volt und 15 Perioden pro Sek. der Österr. Siemens-Schuckertwerke sind mit den stehenden Dampfmaschinen unmittelbar zusammengebaut. Die dritte stehende Maschine treibt mittels Kupplung einen Gleichstromerzeuger für 165 KW und 550 Volt an, während der Gleichstromerzeuger für 90 KW von der liegenden Maschine durch Riemen angetrieben wird. Um die verfügbare Maschinenleistung bei der stark wechselnden Belastung möglichst auszunutzen, sind 2 Schwungradumformer aufgestellt, die je aus 1 Wechselstrommaschine für 150 KVA., 1 Gleichstrommaschine für 100 KW und 1 Schwungrad von 3250 mm Durchmesser, 11 t Gewicht und 70000 m²kg, bestehen. Die Wechselstrommaschinen liegen an den 10000 Volt Sammelschienen und die Gleichstrommaschinen arbeiten mit den Gleichstromerzeugern und mit einer Batterie parallel auf die 550 Volt Sammelschiene, wodurch ein ausgleichendes Bindeglied zwischen Wechselstrom- und Gleichstrom-

seite geschaffen ist. Die Dampfmaschinenregulatoren besitzen einen ausgeprägt statischen Charakter, da die Dampfmaschinen den Geschwindigkeitsänderungen der Umformer folgen müssen. Die infolge der Drehzahländerungen auftretenden Spannungsschwankungen werden durch einen selbsttätigen Spannungsregler, Bauart Dick, nahezu beseitigt. Die Spannungsschwankungen betragen nur noch $\pm$ 2,7 %. Die Wechselstromerzeuger werden gemeinsam von einer Erregermaschine für 36 KW und 110 Volt aus erregt, in deren Erregerstromkreis der vom Spannungsregler betätigte Regulierwiderstand eingebaut ist. Als Ersatz für die Erregermaschine kann die Batterielademaschine dienen. Eine Bühne an der vorderen Stirnwand des Maschinenhauses trägt die in zwei Stockwerken aufgebaute Schaltanlage. Die untere Schalttafel enthält sämtliche Meßinstrumente, die Schalter und Regulierapparate für unmittelbare Betätigung sowie die Antriebskurbeln der mittels Seilzuges zu betätigenden Hochspannungsschalter. Die obere Schalttafel enthält alle Hochspannung führenden Apparate: die Röhrensicherungen, die Ölschalter, Drosselspulen und die Meßtransformatoren mit den zugehörigen Sammelschienen. In einer gemauerten Kammer unterhalb der Schalttafel sind die Blitzschutzvorrichtungen und Überspannungssicherungen untergebracht. Schaltungsdarstellung. Beschreibung der Motorwagen und ihrer Ausrüstung. 14 Motorwagen, 12 Anhängewagen. Eine größere Werkstatt ist in Ingersdorf vorhanden. Der alle Erwartungen übertreffende Aufschwung des Verkehrs nach Aufnahme des elektrischen Betriebes ließ die Notwendigkeit erkennen, unverzüglich an eine Erweiterung der Anlage zu schreiten. Durch die Aufstellung einer 750 PS-Dampfmaschine mit einem 550 KVA.-Wechselstromerzeuger wird die Leistung des Kraftwerkes nahezu verdoppelt. Ein im Dezember des vergangenen Jahres durchgeführter nächtlicher Probebetrieb mit stündlich drei Zweiwagenzügen in jeder Richtung ergab eine innerhalb 4 St. an die Fernleitung abgegebene elektrische Arbeit von 1260 KW.St., davon entfielen: 88,2 KW.St. = 7 % auf Verluste in der Fern- und Fahrleitung, 43,2 KW.St. = 3,42 % auf Verluste in den Transformatoren, 42,4 KW.St. = 3,56 % auf die Beleuchtung der Bahnhöfe, 157,6 KW.St. = 12,50 % für die Wagenbeleuchtung und -heizung, 40,6 KW.St. = 3,22 % auf die Spartransformatoren und Vakuumpumpen, 888 KW.St. = 70,5 % auf die eigentliche Zugförderung, das sind bei einer Leistung der Fahrbetriebsmittel von 23400 tkm auf der Wechselstromstrecke 38 W.St./t km im Durchschnitt für Personen- und Schnellzüge. Unter Berücksichtigung des Mehrverbrauches der Personenzüge, welche an allen Stationen anhielten, gegenüber den Schnellzügen, berechnete sich der spez. Arbeitsverbrauch des Personenzuges zu rd. 55 und der des Schnellzuges zu rd. 33 W.St./tkm.

2. Stadt- und Vorortbahnen.

Single Phase Equipment of an American Railway. (The Elect. Mag., Vol. VIII, Nr. 5. 30. Nov. 1907.) Eriebahn, Rochester Teilstrecke, 55 km durchweg eingleisige Strecke mit geringen Steigungen und schwachen Krümmungen. Nur der Personenverkehr ist elektrisch (Vorortt ype).

Kraftübertragung durch Drehstrom von 60000 Volt, 25 Perioden vom Niagarakraftwerk der Ontario Power Cie. zum Unterwerke in Avon (31 km südlich von Rochester). Drei Wechselstromtransformatoren für 750 KW, mit Ölisolation und Wasserkühlung, von denen zwei nach der Scottschen Schaltung verbunden sind, verwandeln den Drehstrom von 60000 Volt in Zweiphasenstrom von 11000 Volt, der dritte Transformator steht als Ersatz. Die Umformung des Drehstroms zunächst in Zweiphasenstrom lag nahe wegen der natürlichen Zweiteilung der Strecke (24 km südlich und 31 km nördlich vom Unterwerk). Zwei der Unterspannungsklemmen sind an die beiden Oberleitungen angeschlossen, die dritte liegt an Erde, so daß jeder Fahrdraht mit Wechselstrom gespeist wird. Bei Verkehr mit Triebwagen ohne Anhänger erfolgt Anhalten etwa alle 1,6 km, Reisegeschwindigkeit 39 km/St.; bei Betrieb mit einem Anhänger halten die Züge nur etwa alle 4 km und erreichen dadurch dieselbe Reisegeschwindigkeit Zur Förderung von zwei Anhängern sind zwei Triebwagen erforderlich (Vierwagenzug).

Sechs Triebwagen, die ausgerüstet sind mit je vier Wechselstromreihenschlußmotoren von Westinghouse mit Kompensationswindungen zur Aufhebung der Selbstinduktion des Ankers. Verbindungsdrähte zwischen Kollektorsegmenten und Anker sind als Widerstände ausgeführt, um Kurzschlußstrom gering zu halten und damit Bürstenfeuer zu vermindern. Vier den vier Motoren liegt der Stufentransformator für 200 KW mit Ölisolation und Selbstkühlung. Acht Niederspannungsstufen deren EMK. von 300 bis 110 Volt abgestuft sind. Betätigung aller Schalter durch Druckluftzylinder, deren Ventile elektromagnetisch gesteuert werden. Hochspannungsstromkreis 11000 Volt, 25 Perioden. Aufrichten und Anpressen des Stromabnehmers an den Fahrdraht durch Federn, Senken durch Einwirkung von Druckluft auf Preßzylinder im unteren Teil des Stromabnehmers, Lösung durch Druckluft. Bei zufälliger Unterbrechung des Hochspannungskreises wird der Stromabnehmer automatisch durch Druckluft gesenkt. Der Steuerstromkreis von 15 Volt Spannung wird gespeist von einer Akkumulatorenbatterie (7 Zellen) und einem Motorgenerator von 0,17 KW Leistung, bestehend aus selbsttätig anlaufendem Induktionsmotor (110 Volt) und Dynamo, die auch zum Aufladen der Batterie dient.

Oberleitung nach System der Vielfachaufhängung. Abstand der Masten auf gerader Strecke etwa 37 m, in den Kurven etwas weniger. Größte Abweichung des Fahrdrahtes aus Gleismitte 180 mm. Tragseil von etwa $^7/_{16}$" Durchmesser besteht aus sieben verseilten Stahldrähten. Einzelheiten der Fahrdrahtklammern, Ausleger, Isolatoren usw.

3. Straßen- und Kleinbahnen.

Clandudno and Colwyn Bay Tramways. (The Tramway and Railway World, 7. Nov. 1907, S. 392.)* $11^1/_2$ km Einfachgleis; 14 vierachsige Triebwagen zu je 14 t mit je 4 Motoren.

The „Robrow" Conduit System as adopted for Benares Tramways. (The Tramway and Railway World, 7. Nov. 1907, S. 385.)* In Benares, der Tempelstadt Vorderindiens, soll eine 15 km lange Straßenbahnlinie erbaut werden. Wegen Abneigung der Eingeborenen gegen die Oberleitungsdrähte wurde ein Oberflächenkontaktsystem gewählt, dessen Kontaktknöpfe durch unmittelbar unter der Fahrschiene in einem Gehäuse liegende Schalter unter Strom gesetzt werden. Die Betätigung der Schalter erfolgt mechanisch in einem zwischen der Fahr- und Beischiene liegenden Schlitzkanal durch einen an dem Wagen angebrachten Bügel.

4. Bahnen besonderer Bauart einschließlich der gleislosen Bahnen.

Brig—Jungfraubahn. (E. u. M., Wien, 11. Nov. 1907, S. 885.) Der Entwurf umfaßt zwei Teile; eine elektrische Schmalspurbahn von Brig nach dem Aletschgletscher bei Zenbächen und eine elektrisch betriebene Drahtseil-Schlittenbahn über den Aletschgletscher und Jungfraufirn nach dem Jungfraujoch, wo der Anschluß an die bestehende, nunmehr ebenfalls bis zum Jungfraujoch auszubauende Jungfraubahn erfolgen soll.

Electric Locomotives. (The Elect. Mag., Vol. VII, Nr. 3.) Neues erfolgreiches System der elektrischen Zugförderung in Gruben, gekennzeichnet durch Verwendung einer dritten Schiene als Treibschiene (rack rail) oder gleichzeitig als Treibschiene und Stromzuführungsschiene. Diese dritte Schiene ersetzt die Zahnstange bei Zahnradbahnen und besteht aus einem auf Holzpflöcken und -schwellen verlegten Flacheisen von 16 mm Stärke und 100 bis 115 mm Breite, in welchem quadratische Löcher von 41 × 41 qmm ausgespart sind. In diese Löcher greifen die beiden Zahnräder der Lokomotive ein, die durch Zahnradübersetzungen mit dem Motor gekuppelt sind. Diese Treibschiene dient streckenweise auch zur Stromzuführung, besonders an Stellen wo eine Oberleitung schlecht anzubringen ist; dann wird die Schiene seitlich durch Längshölzer verkleidet, die eine zufällige Berührung durch Menschen oder Tiere ausschließen. Die Fabrikationslänge der Treibschiene betragen etwa 5 m; die einzelnen Längen werden durch Verwendung von Laschen in ähnlicher Weise zu einem zusammenhängenden Strang zusammengesetzt wie die gewöhnlichen Eisenbahnschienen. Die Hauptvorteile dieses Antriebs liegen darin, daß man starke Steigungen auf der Strecke zu überwinden vermag und daß die ganze Lokomotive verhältnismäßig leicht gebaut werden kann; denn da alle Räder nur als Laufräder zu betrachten sind, braucht das Gewicht der Lokomotive nicht größer gemacht zu werden, als es aus Festigkeitsrücksichten erforderlich ist. Dieses System ist in Großbritannien besonders in Kohlengruben praktisch durchgeführt.

Es folgt Beschreibung einer Lokomotive, die mit einer Kabeltrommel ausgerüstet ist. Durch Abrollung eines Zweifachkabels das an Schienen und Oberleitung angeschlossen wird, kann die Lokomotive auf den verschiedensten Galerien nach sämtlichen Arbeitsplätzen laufen, auch wo noch keine Oberleitung vorhanden ist.

5. Transportanlagen für Massengüter.

Neue Fördermittel und Lageranlagen für Kalisalz. Von M. Buhle. (Z. d. V. D. I., 30. Nov. 1907, S. 1901.) Konstruktion von Amme, Giesecke und Konegen in Braunschweig. Vorrichtung zum Beladen gedeckter Eisenbahnwagen: aus einem Hochbehälter fällt das gemahlene Salz durch Schurre in eine Schnecke, welche es in zwei Haufen in den Wagen schüttet; leichte Beweglichkeit der durch Elektromotoren angetriebenen Schnecken. Zum Beladen von Schiffen dient ein fahrbarer Bandförderer mit ausziehbarem Verladerohr; sehr nützlich, wenn es sich um Überbrückung kurzer Strecken (8 bis 15 m) handelt. Salzlagerschuppen mit Fördereinrichtung zur Lagerung großer Mengen als Putterraum. Salzlager in Hameln für Umladung des pro Waggon ankommenden Salzes in Weserschiffe oder Aufspeicherung. Rampe mit Schnecke, in welche das Salz geschaufelt wird, von wo aus es durch Elevator entweder in das Lagerhaus oder in die Schiffe gebracht wird.

D. Bau der Strecken.

1. Vorarbeiten, Linienführung, Unterbau, Oberbau, Bahnhofsanlagen.

Track Construction in some Southern Cities. (Street R. Journ., 23. Nov. 1907, S. 1024.)* In Houston (Tex.) sind in ungepflasterten Straßen besondere Vorkehrungen wegen des schlammigen Untergrundes getroffen. Der Oberbau wird in einen viereckigen Kasten von Zypressenholz gelegt, welcher das Auftreiben des Untergrundes und das Sinken des Oberbaues verhindern soll. Das Holz wird nicht faulen, so lange es feucht gehalten wird. Die Kosten betragen für 1 km Holz 1750 M. Der Kasten, welcher 2,74 m breit ist, wird mit Kies ausgefüllt, in welchen die Querschwellen eingebettet werden.

2. Stromleitung.

The Earthed Neutral in High-Tension Systems. Ans Vorträgen, gehalten vor dem Am. Inst. of Elect. Eng. (Elect. Enging., 5. Dez. 1907.) Lincoln erörtert Vor- und Nachteile der geerdeten Nulleiter. Bei geerdeten Drehstromsystemen mit Nulleiter beträgt die Spannung gegen Erde nur 58% derjenigen von Leiter gegen Leiter und bleibt konstant auf ihrem Normalwert erhalten. Ein einziger Isolationsfehler genügt, um dauernde Erdung zu erzeugen und kann der Fehlerort leicht ermittelt werden. Der Nulleiter kann als Arbeitsleiter verwendet werden, sobald der Betrieb in einer Phase unterbrochen ist. Durch automatische Stromunterbrecher kann eine Betriebsstörung infolge Erdschluß eines Leiters vermieden werden. Die Stromstärke bei Kabeldurchschlägen kann durch Einschaltung von Serienwiderständen auf einen Höchstwert begrenzt werden, wodurch die Generatorwicklungen vor Beschädigung geschützt sind, doch kann andrerseits zufolge des größeren Spannungsabfalles eine Betriebsstörung durch die ungleiche Phasenbelastung eintreten und der Synchronismus gestört werden. Es empfiehlt sich daher, den Widerstand so zu bemessen, daß die Steigerung der Stromstärke auf den 3 fachen normalen Betrag begrenzt wird und sind hiernach auch die automatischen Ausschalter zu bemessen.

J. Rhodes berichtet über Betriebsergebnisse mit geerdetem Nulleiter bei der Interborough Rapid Transit Co. Durch Einschaltung von Widerständen in den Nulleiter, welcher über eine Sammelschiene mit dem Nullpunkt des Generators verbunden wurde, konnte die maximale Stromstärke auf 1000 Amp. begrenzt werden; das Generatorrelais war auf 900 Amp. (5 Sek.), das Speiserelais auf 300 Amp. eingestellt. Der Widerstand betrug 6 Ω und bestand aus Eisenroststäben von 6 × 18 mm Querschnitt, 150 mm Länge, die in 16 Gruppen angeordnet waren. Jede Gruppe bestand aus je 12 in Reihe und je 2 parallel geschalteten Elementen. Die Zahl der Kabelkurzschlüsse war vor Einrichtung des Widerstandes 12, hiervon betrafen 4 Fälle Betriebsstörungen im Kraftwerk; im Betriebsjahr nach Anordnung der Widerstände stieg die Zahl der Kurzschlüsse auf 16, erzeugte jedoch keine einzige Störung im Kraftwerk. Der Fehlerort konnte in 14 Fällen mittels Schleifenmethode ermittelt werden.

D. Clark bringt ebenfalls Betriebsergebnisse einer 11 000 Volt Übertragungsanlage; die Stromstärke konnte mit Hilfe eines 6,7 Ω Widerstandes am Nullleiter auf 1000 Amp. begrenzt werden, die Temperaturerhöhung betrug in einer Minute 550° C. Die Zahl der beobachteten Kurzschlüsse betrug im Betriebsjahre 70, hiervon betrafen 6 Fälle Betriebsstörungen in dem Kraftwerke. Ein Haupterfordernis bei neutralem geerdeten Leiter ist, das Generatorrelais möglichst empfindlich zu machen und ein sicheres Wirken der Unterbrecher zu erzielen, da infolge der Steigerung der Kabelkurzschlüsse die Zahl der Betriebsstörungen ebenfalls zunehmen würde.

3. Signalwesen.

Die zentrale Weichen- und Signalstellung auf der Station in der Mitte des Simplontunnels und die Streckenblockeinrichtung Brig—Tunnelstation—Iselle. Von P. Frei, Obertelegrapheninspektor der S. B. B. (Schweiz. E. T. Z., 19. Okt. 1907, S. 501; 26. Okt. 1907, S. 517; 2. Nov. 1907, S. 533; 9. Nov. 1907, S. 549; 16. Nov. 1907, S. 565.)* In der Mitte des Tunnels befinden sich drei Kammern, welche als Maschinenkammkatoren- und Stellwerksraum dienen. Als Signale dienen verschiedenfärbige Glühlampen, deren Umschalter als Stellwerkshebel ausgebildet sind. Im Stellwerk befinden sich gleichzeitig mit den Signalen brennende Kontrollampen, die Anzahl der brennenden Lampen eines Signals wird durch Stromzeiger beobachtet. Die Weichen werden durch Gestänge bedient und elektrisch beobachtet und sind mit den Signalen in der üblichen Weise im Stellwerk verriegelt. Außerdem werden die Signale automatisch durch Schienenkontakte beeinflußt. Um bei Dampfbetrieb ein Übersehen der Haltsignale infolge Rauchs unschädlich zu machen, werden auf elektrischem Wege Knallsignale auf den Schienen bei Haltstellung angebracht. Schaltungsschema und Wirkungsweise. Beschreibung der Blockeinrichtungen.

Elektrisch betriebene, selbsttätige Bahnschranke. Von S. Herzog. (E. u. M., Wien, 17. Nov. 1907, S. 896.)* Die Bahnschranke besteht im wesentlichen aus einem eisernen Ständer, welcher oben einen kleinen Motor mit Übersetzungsgetriebe, Windentrommel und Bremse trägt, und der eigentlichen Bahnschranke mit Gegengewicht, welche im Ständer drehbar gelagert ist und von der Motorwinde aus betätigt wird. Der eine Pol des Motors liegt ständig an Erde, der andere ständig an einem parallel zur Fahrdrahtleitung gezogenen Hilfsdraht. Die Stromzuführung zum Motor wird in dem Augenblicke herbeigeführt, als der Stromabnehmerbügel des Fahrzeuges gleichzeitig Fahrdraht und den vorerwähnten Hilfsdraht berührt. Parallel zum Motor der Schranke liegen Signallampen und ein elektrisches Läutewerk.

4. Wagenschuppen und Werkstätten.

The New Sullivan Square Elevated Storage Yard of the Boston Elevated Railway. (Street R. Journ., 23. Nov. 1907, S. 1028.)* Abstellgleise für Hochbahnwagen im Anschluß an die bestehende Halle. Fußboden aus Eisenbeton. In die alte Halle führen 11 Gleise, welche innerhalb der Halle Platz für 67 Wagen von 14,3 m Länge bieten. Das Abstellgleis faßt 70 Wagen und liegt vollständig im Freien. Die Gleise haben 3,6 m Achsabstand und bieten Raum für 7 bis 12 Wagen. Beschreibung der Bodenkonstruktion, Entwässerung usw.

E. Bau der Fahrzeuge.

1. Widerstand und Zugkraft, Arbeitsverbrauch.

Comparaison entre le système de transmission mécanique des autobus et la transmission électrique. Von C. Leonard. (Lumière électr., 7. Dez. 1907, S. 325 bis 328; 21. Dez. 1907, S. 405 bis 409.)* An Hand von Schaulinien werden die grundsätzlichen Nachteile der alleinigen Verwendung von Gasmotoren für Last- und Omnibuskraftwagen dargelegt: Das geringe Drehmoment beim Anfahren bedingt die Verwendung von Zahnradgetrieben und einer Kupplung, was u. a. rasche Abnutzung dieser Teile, Stöße und Leistungsverluste zur Folge hat, bzw. einen unnötig großen Motor erfordert. Diese Nachteile fallen fort bei Verwendung eines Gasmotors in Verbindung mit einer Dynamo und zwei Motoren, wie im besonderen an einem Autobus der British Thomson Houston Co. gezeigt wird: durch die Anwendung einer kleinen Hilfsdynamo im Erregerkreis des Generators zur Spannungsregelung wird erreicht, daß trotz nahezu konstanter Geschwindigkeit und Leistung, also bei höchstem Wirkungsgrad des Petroleummotors, das Drehmoment an den Rädern nahezu umgekehrt proportional der Wagengeschwindigkeit ist. Weitere Vorteile außer dem Fortfall obengenannter Nachteile sind: Größere Beschleunigung des Wagens bei gleichmäßigerem Anlauf (vergleichende Kurven), einfache Bedienung für den Wagenführer, die Notwendigkeit für ihn, bei Stillstand des Wagens die geringste Umdrehungszahl des Petroleummotors einzustellen.

2. Das Fahrzeug und seine mechanischen Einzelheiten.

Studio sull' applicazione dei motori a petrolio alle Automotrici ferroviarie. Von E. Mariotti. (L'Ingegn. Ferrov., 1. Sept. 1907, S. 278; 1. Okt. 1907, S. 278; 16. Okt. 1907, S. 331 und 16. Nov. 1907, S. 361.)* In diesem Studienaufsatz über die Anwendung des Petroleummotors für Bahnzwecke werden die Vorteile, die eine Verbrennung des Gasgemisches in einer vom Zylinder getrennten besonderen Kammer mit sich bringen würde, unter Darlegung der Theorie des Motors auseinandergesetzt. Unter Berücksichtigung aller Verhältnisse (auftretende Temperaturen, Kühlung, Wirkungsgrad, Überlastbarkeit, Brennstoffverbrauch und Bedienung) würde sich trotz der erforderlichen größeren Zahl von Ventilen doch eine Überlegenheit dieses Systems ergeben, da alle empfindlichen Teile den hohen Temperaturen weniger ausgesetzt sind und daher eine größere Betriebssicherheit gewährleistet ist.

Zugförderung mit mittlerer Reibschiene. Von R. Bonnin. (Z. d. V. D. I., 23. Nov. 1907, S. 1852.)* Entwicklung des Reibschienenantriebes. Schwierigkeiten, durch das seitliche Abweichen der Reibschiene hervorgerufen, beseitigt durch Hanscoth: die horizontal liegenden Reibräder sind durch Kugelräder angetrieben, die bei unveränderlichem Eingriff senkrecht zur Schienenrichtung verschiebbar sind, wodurch die ganze Einrichtung zur Erhöhung der zusätzlichen Adhäsion unabhängig vom Wagengestell beweglich gemacht ist. Reibräder, durch Druckluftzylinder angetrieben, greifen unter die Führungsschiene, um ein Entgleisen zu verhindern. Selbsttätige Regelung des Druckes gegen die Reibschiene, betätigt durch ein Pendel, das den Druck gemäß der Steigung einstellt.

indem es auf einen Drosselzylinder einwirkt. Druckluftbremse, die auf den Umfang der Reibräder einwirkt. — Ausführungen: Elektrische Straßenbahn in La Bourboule mit Steigungen von 27, 40, 90 und 120‰; zwei Reibräder, von einem 45 PS-Motor durch doppelte Rädervorgelege 10:1 angetrieben; Wagen mit 40 Plätzen, 14,8 t; auf der Steigung 120‰ kann noch ein Anhängewagen von 9 t mit 8 km pro Stunde befördert werden. — Dampfstraßenbahn zwischen Clermont-Ferrand und Puy du Dôme mit 120‰ Steigung; zwei Vignolesschienen à 25 kg pro l. m., eine Doppelkopfschiene 130 × 50, 27 kg pro l. m., 180 mm über der Laufschiene, Betriebsgewicht der Lokomotive 33 t; zwei Paare von Reibrädern, jedes durch Kette mit einer Achse gekuppelt; Anpressungsdruck 0—50 t; Pendelgewicht 35 bis 60 kg; Adhäsionsziffer 1:11; auf Steigung 120‰ können noch 27 t mit 15 km pro Stunde gefördert werden. — Umgebaute Lokomotive der französischen Südbahn mit 0—20 t Zusatzdruck, wodurch es ermöglicht wird, auf einer Steigung von 50‰ 65 t mit 8 km pro Stunde zu fördern, gegen 30 t bei einfachem Adhäsionsbetrieb.

3. Der elektrische Antrieb.

Sur l'emploi des batteries-tampon pour la traction par moteurs à explosion. Von V. Bethenod. (L'Eclair. électr., 5. Okt. 1907, S. 5 bis 8.)* In Ergänzung früherer Mitteilungen (L'Eclair. electr. XLIX, S. 17 und 1., S. 263) wird das System Pieper (Gasmotor und Dynamo auf gleicher Welle mit parallel geschalteter Akkumulatorenbatterie) graphisch näher untersucht und dabei insbesonders der Einfluß eines automatischen Reglers berücksichtigt.

Locomotiva mista per la manovra dei vagoni delle Ferrovie dello Stato Belga. Nach: Bulletin du Congrès international des chemins de fer. (L'Ingegn. Ferrov., 16. Sept. 1907, S. 303 bis 305.)* Beschreibung einer Güterzuglokomotive System Pieper: Viertaktgasmotor mit vier Zylindern von 120 mm Durchmesser, 40 PS Leistung, magnetisch gekuppelt mit einer Nebenschlußdynamo mit zwei Kollektoren, Akkumulatorenbatterie, 88 Elemente, 65 Amp.St.

Le automobili petroleo-elettriche. (L'Ingegn. Ferrov., 16. Dez. 1907, S. 390 bis 395.)* Die petrol-elektrischen Wagen können in drei Hauptklassen unterschieden werden: 1. Mischwagen. Gasmotor mit einer auf gleicher Welle als Schwungrad sitzenden Ausgleichdynamo mit parallel geschalteter Batterie (Asle-Wallis, Pieper). 2. Wagen mit elektrischer Übertragung: Gasmotor, eine Dynamo antreibend, die einen oder zwei Elektromotoren speist. Erforderlich ist entweder im wesentlichen nur die Einstellung der Umdrehungszahl durch Gas- bzw. Zündungsregelung (Lohner-Porsche, Hasdurtmall), oder die Spannung der Dynamo wird z. B. durch Unterteilung der Erregerwicklung selbsttätig bei wachsender Stromstärke erniedrigt, um die Leistung der Dynamo bei bestimmter Gasdrosselung konstant zu halten (Krieger). Ähnliche Systeme: Stevens, De Dion-Bouton, Perret. 3. Wagen mit elektrischer Geschwindigkeitsregelung an Stelle der mechanischen Getriebe. Die elektrischen Teile dienen nur als Zwischenglieder und sind bei höchster Geschwindigkeit meist ausgeschaltet. (Germain, Jeantaud, Gasnier, Carolan, Weiß.)

Wechselstrom-Reihenschlußmotor für Schmalspurbahnen der Maschinenfabrik Oerlikon. (E. T. Z., 7. Nov. 1907, S. 1076.)* Der Motor ist für die Schmalspurbahn Locarno—Ponteborlla—Bignasco bestimmt, je vier Motoren werden in einen Personentriebwagen eingebaut. Fahrdrahtspannung 5000 Volt. Der Motor ist außer mit einer Kompensationswicklung noch mit einer Wendepolwicklung ausgerüstet. Auf dem Anker sind keinerlei Widerstandsverbindungen zwischen Kollektor und Wicklung vorhanden. Gewicht des Motors einschließlich Zahngetriebe rd. 1640 kg. Stundenleistung bei 250 Volt und 20 Perioden 60 PS, Räderübersetzung 1:15. Der Motor läuft sowohl beim Anlauf als auch bei beliebiger Geschwindigkeit mit Strömen bis zu 300 Amp. völlig funkenfrei. Schnittzeichnungen und Betriebskurven.

Regelung von Repulsionsmotoren durch Bürstenverschiebung. Von K. Schnetzler. (E. T. Z., 14. Nov. 1907 und 21. Nov. 1907, S. 1097 und 1128.)* Die Regelung des Drehmomentes erfolgt hier in der Hauptsache durch Veränderung der vom Strom durchflossenen Stabzahl des Läufers. Während der gewöhnliche Repulsionsmotor bisher nur wenig in Anwendung gekommen ist, ist der von der A.-G. Brown-Boveri & Cie. gebaute Repulsionsmotor in Déri-Schaltung schon zahlreich ausgeführt. Er hat doppelt soviel Bürsten wie Pole, wovon die eine Hälfte unter der Mitte der Statorpole feststeht, und die ander Hälfte sich zur Regelung der Drehzahl verschieben läßt. Die Hauptvorteile der Déri-Anordnung gegenüber der gewöhnlichen sind: beim gewöhnlichen Repulsionsmotor sind auch für kleine Leistungen alle Rotorstäbe vom Strom durchflossen, aber ein großer Teil wirkt im entgegengesetzten Drehsinn; beim Déri-Motor sind nur immer soviel Rotorstäbe vom Strom durchflossen wie zur Erzeugung des Drehmomentes nötig sind, dabei wirken alle in dem gleichen Sinne. — Die Stromwendespannung ist beim Déri-Motor nur halb so groß, wie beim gewöhnlichen Repulsionsmotor. Für den gleichen Regelungsbereich ist der Bürstenverschiebungswinkel beim Déri-Motor doppelt so groß, wie beim gewöhnlichen Repulsionsmotor, man kann also bei ihm feiner regulieren. — Es wird der Einfluß der Bürstenverschiebung näher untersucht und zu diesem Zwecke die Rotorwicklung in zwei senkrecht aufeinander stehende Wicklungsteile zerlegt, die, magnetisch voneinander unabhängig, elektrisch als in Reihe geschaltet betrachtet werden. — Je nach dem Entwurf und den Betriebsbedingungen läßt sich die Drehzahl vermittels der Bürstenverschiebung bis zu 50‰ Untersynchronismus und 40‰ Übersynchronismus verändern, bei Regulierung auf noch kleinere Drehzahlen ist eine Herabsetzung der Motorspannung vorteilhaft. Der Wirkungsgrad ist im weiten Bereiche der Leistung und Drehzahl günstig, der Leistungsfaktor ist ungefähr so groß wie bei gleichen Drehstrommotoren. Der Motor eignet sich besonders für Hub- und Transportzwecke (Drehmoment mit wachsender Drehzahl abnehmend). Der Stator kann für beliebige Spannungen gewickelt werden, am Rotor treten fast gar keine Spannungen auf.

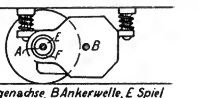
The Suspension of Motors on Tramcars. (Elect. Eng., 25. Okt. 1907, S. 597.)* Dadurch, daß bei der gebräuchlichen Aufhängung von Straßenbahnmotoren, Fig. 201, nur ein Teil des Gewichtes abgefedert ist, werden die Getriebe einer hohen Abnutzung und die Achsen schweren Stößen ausgesetzt. Dieser Übelstand wird durch die in der Fig. 202 dargestellte Anordnung vermieden. Dabei sitzt das Vorgelege auf einer hohlen Welle F, durch welche die Laufradwelle A mit dem Spiel E hindurchgeht und welche am Motor festgelagert ist. Die Motoren können fest

oder federnd am Untergestell aufgehängt sein. Die Übertragung des Drehmomentes von der Vorgelegewelle auf die Laufradachse muß durch geeignete

A Wagenachse, B Ankerwelle
C Untergestell, D Wagenrad

Fig. 201. Gebräuchliche Art der Abfederung des Motors.

Kuppelungen geschehen. Eine Schwierigkeit scheint in dem großen Durchmesser der Lager für die Vorgelegewelle zu liegen. Diese Anordnung ist von Bahnen mit hoher Fahrgeschwindigkeit (Veltlinbahn, Marienfelde—Zossen) verändert übernommen



A Wagenachse, B Ankerwelle, E Spiel
F Hohle Vorgelegewelle

Fig. 202. Neue Anordnung der Abfederung des Motors.

und hat sich dort bewährt. Das Spiel zwischen der Wagenachse und der hohlen Welle bedingt einen größeren Abstand zwischen der Laufradachse und der Ankerwelle als bei der gebräuchlichen Anordnung. Wenn nun dieselbe Übersetzung beibehalten werden soll, so müssen beide Zahnräder größer werden. Darauf muß beim Entwurf der Untergestelle Rücksicht genommen werden.

5. Beleuchtung, Heizung und Lüftung.

Die elektrische Zugbeleuchtung auf der ostchinesischen Bahn. Von Ingenieur Adolf Prasch. (Fortsetzung.) (Schweiz. E. T. Z., 14. Sept. 1907, S. 437; 21. Sept. 1907, S. 450.)* Beschreibung der Dynamo und der Schalttafel sowie der Deckenventilatoren in den Speisewagen. Anlage- und Betriebskosten und Vergleich mit denen bei der früheren Kerzenbeleuchtung, der zugunsten der elektrischen Beleuchtung ausfällt.

Neue Zugbeleuchtungsmaschine der Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke. Von M. Osnos. (E. T. Z., 19. Sept. 1907, S. 917.)* Die Maschine soll bei in weiten Grenzen schwankender Drehzahl konstante Spannung und auch bei wechselnder Drehrichtung Strom von konstanter Richtung ohne Bemtzung von irgend welchen Regulier- oder Schaltapparaten erzeugen. Die eigentliche Dynamo *D* (vgl. Fig. 203) zeigt normale Bauart, nur die Erregermaschine *E* ist anormal; beide sind miteinander gekuppelt, bei Maschinen unter 3 KW können sie vorteilhaft zu einer Maschine vereinigt werden. Die Erregermaschine *E* besitzt außer den gewöhnlichen Arbeitsbürsten *a a* senkrecht dazu stehende Hilfsbürsten *b b*, die in Reihe mit der Erregerwicklung s_2 der Hilfsmaschine liegen. In Reihe mit den Arbeitsbürsten *a a* der Erregermaschine ist eine mit dem Ankerquerfeld gleichachsige Wicklung s_3 geschaltet, die beim Ausprobieren ein für allemal eingestellt wird und die Größe des Ankerquerfeldes zu verändern gestattet. Die Erregerwicklung s_2 wird von der Batterie B_2 gespeist, die von der Dynamo *D* geladen werden kann. Die an den Bürsten *b b* entstehende EMK. wirkt der Batteriespannung entgegen. Die Wirkung der Anordnung

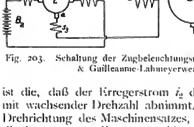


Fig. 203. Schaltung der Zugbeleuchtungsmaschine der Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke.

ist die, daß der Erregerstrom i_e der Hauptdynamo mit wachsender Drehzahl abnimmt. Ändert sich die Drehrichtung des Maschinensatzes, so wechselt auch die Spannung der Erregermaschine und damit der Erregerstrom der Hauptmaschine die Richtung; die Spannung der Hauptmaschine behält daher bei jedem Drehsinn ihre Richtung bei.

6. Sonstige Ausrüstungsgegenstände.

Procédé Lodge pour l'allumage des moteurs à explosions. Von J. G. Charvet. (L'Eclair. electr., 28. Sep. 1907, S. 438 bis 440.)* Elektrische Zündung System Lodge, die den Vorteil bietet, ganz unabhängig von der Isolierung der Funkenstrecke zu sein und auch schwer entzündbare Gasgemische mit Sicherheit zu zünden, da ein Nebenschluß zur Funkenstrecke infolge schlechter Isolation keinen Einfluß auf die Funkenbildung haben kann

Elektrische Geschwindigkeitsmesser an Automobilen. Von Walter v. Molo. (E. u. M., Wien, 11. Nov. 1907, S. 869.)* Die Geschwindigkeitsmessung auf elektrischem Wege erfolgt gewöhnlich auf zwei verschiedene Arten: entweder werden proportional zur Geschwindigkeit Ströme erzeugt, deren Spannung auf einem mit Geschwindigkeitsteilung versehenen Spannungszeiger abgelesen wird, oder es wird eine Scheibe infolge in ihr erzeugter Wirbelströme, entgegen einer Federwirkung, von einem kreisenden Magneten mitgenommen. Auf dem erstgenannten Prinzip beruht der Geschwindigkeitsmesser Vulkan und der von Siemens & Halske, auf dem zweitgenannten Prinzip der Warner-, der Walder-, der O.-S.-Geschwindigkeitsmesser, der der Volt-Amp.-Gesellschaft Fleischmann & Co. und der der Deutschen Tachometerwerke, G. m. b. H.

F. Berg-, Hüttenwerks-, Fabrikbetriebe und deren Unterhaltung.

Laboratoire à haute tension de la fabrique de porcelaine d'Hermsdorf (Saxe). Von W. Weicker. (L'Eclair. electr., 14. Dez. 1907, S. 373; 21. Dez. 1907, S. 410.)* Beschreibung der für elektrische und mechanische Prüfungen von Hochspannungsisolatoren in der Porzellanfabrik Hermsdorf S. A. getroffenen Einrichtungen. Fertig bzw. im Bau sind fünf Prüfräume für Durchschlagsprüfungen, sowie ein weiterer ausschließlich für Prüfungen unter Öl, während eine größere Anlage im Freien zu Dauerversuchen dient. Vier Transformatoren zu 50, 100 bzw. 200 KV. Für letztere Spannung hat sich eine kurze Versuchsstrecke im Freien bei jeder Witterung bewährt. Angaben über die hierzu verwendeten Isolatoren und Durchführungen.

Herausgegeben von Professor Dr. Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN — VERLAG MÜNCHEN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:
Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat O. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRUGER-Mailand; C. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **4. April 1908.** **Heft 10.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.
ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36 maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.
Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.
Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Erprobung einer neuen Schutzvorrichtung und einer neuen Sandstreuvorrichtung bei den städt. Straßenbahnen in Wien. Von Ludwig Spängler. S. 183.

Die Tunnelentwürfe der Grossen Berliner Strassenbahn. (Schluß.) S. 188.

Studie über die Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Berliner Stadt- und Ringbahn. Von J. W. van Heys, Königl. Eisenbahn-Bauinspektor. (Schluß.) S. 192.

Kleine Nachrichten. S. 196. Neue Bahnen: Elektrische Bahn Mährisch-Ostrau nach Karwin. — Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft: Elektrisch betriebene Schiebelehren. — Wirtschaftliche Untersuchungen: Vortrag über die Bedeutung der Motorwagen im Eisenbahnbetriebe.

Geschäftliches. S. 199. Umzug der Aktiengesellschaft Mix & Genest.

Aus den Geschäftsberichten. S. 200. Betriebsbericht für 1906 der städtischen Straßenbahn zu Freiburg i. B.

Neue Bücher. S. 201.

Zeitschriftenschau. S. 201.

Erprobung einer neuen Schutzvorrichtung und einer neuen Sandstreuvorrichtung bei den städtischen Straßenbahnen in Wien.

Von Ludwig Spängler.

In dem Bestreben, die Sicherheit des Betriebes nach Tunlichkeit zu verbessern, haben in den letzten Jahren alle Straßenbahngesellschaften die Frage der Ausrüstung von Motorwagen mit Schutzvorrichtungen gegen das Überfahren von Personen und mit Sandstreuvorrichtungen, welche auch bei schlechtem Schienenzustande eine bessere Wirksamkeit der Bremsen gewährleisten sollen, einem eifrigen Studium unterzogen und diesbezügliche Versuche durchgeführt. Auch bei den städtischen Straßenbahnen in Wien, welche sich im allgemeinen eines festen, die Räder umgreifenden Schutzrahmens aus Holz bedienen, der in einem Abstand von 6—7 cm von der Schienenoberkante liegt und an den Achslagern befestigt ist, also gegenüber der Schienenoberkante unverrückbar fest liegt, wurden in neuester Zeit 50 Wagen mit einer Schutzvorrichtung ausgerüstet, welche nach dem Muster der bei der Hamburger Straßeneisenbahngesellschaft verwendeten Schutzvorrichtung konstruiert wurde, aber einige Abänderungen gegenüber dieser Ausführung zeigt.

Die neue in Erprobung befindliche Vorrichtung ist aus den Fig. 204 bis 207 ersichtlich, welche dieselbe in gehobenem Zustande während der Fahrt sowie nach erfolgter Auslösung zeigen. Der die Räder umgreifende Rahmen bleibt erhalten; die neue Vorrichtung wird durch ein unter der Wagenbrustwand angebrachtes, nachstell-

Fig. 204. Ansicht der Schutzvorrichtung in gehobenem Zustande.

Fig. 205. Ansicht der Schutzvorrichtung in ausgelöstem Zustande.

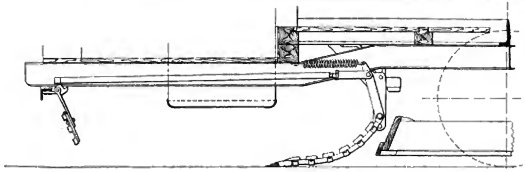
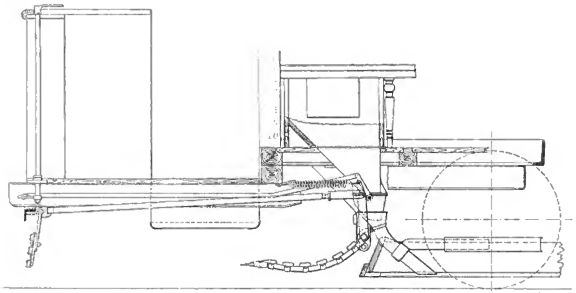


Fig. 206. Auslösestellung der Schutzvorrichtung.



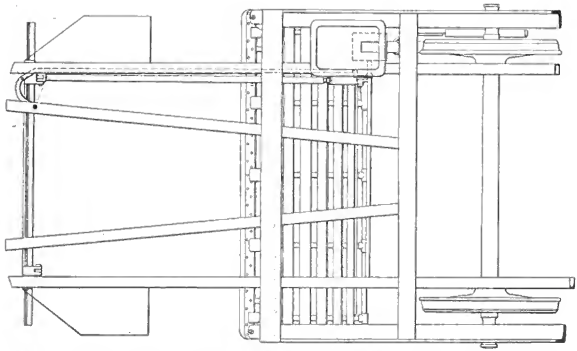


Fig. 207. Konstruktive Einzelheiten der Schutzvorrichtung und Anordnung des Sandstreuers. Schutzvorrichtung angehoben.

bares Tastgitter betätigt, dessen Unterkante rd. 12 cm von der Schienenoberkante absteht; dasselbe kann nach außen frei ausschwingen, während es bei der Bewegung gegen die Wagenmitte zu — also bei dem Übergang über einen am Boden liegenden Körper — eine Stange auslöst, wodurch der Schutzkorb freigegeben und durch eine kräftige Feder zu Boden gedrückt wird. Der Schutzkorb besteht aus einem Gerippe von Gasrohren, welche mit einigen schmalen Brettern belegt sind, während der Abschluß gegen das Pflaster nach Hamburger Muster durch einen Gummistreifen erfolgt, und zwar ohne Zwischenlage des dortselbst angewendeten Lederschurzes.

Die Vorrichtung ist ziemlich einfach und dürften sich auch deren Erhaltungskosten nicht allzu hoch stellen.

Unabhängig von der Frage der Schutzvorrichtung müssen die Bestrebungen nach Verbesserung der Bremsvorrichtungen fortschreiten.

Nachdem bei den Wiener städtischen Straßenbahnen die elektrische Bremse als Betriebsbremse verwendet wird, welche bei schlechtem Schienenzustande und großer Geschwindigkeit sowie bei unaufmerksamer Bedienung seitens der Wagenführer leicht zu einem Rädergleiten führen kann, so wurde der Verbesserung der Sandstreuung seit jeher volles Augenmerk gewidmet. Gegenwärtig erfolgt die Sandstreuung nur von Hand aus unter Benutzung einer kleinen Schaufel, mit welcher der Sand in einen Trichter geworfen wird, der in ein unmittelbar neben der Brustwand schief nach abwärts führendes (oder gekrümmtes) Rohr mündet. Diese Einrichtung hat den Nachteil, daß der Sand ziemlich weit weg von den Rädern auf die Schienen fällt, und zwar aus größerer Höhe, so daß also nicht nur die Bremswege verlängert werden, sondern auch der Sand mitunter von den Schienen abspringt oder bei Kurven überhaupt nicht auf die letzteren fällt.

Es wurden daher verschiedene der auch sonst bekannt gewordenen Sandstreuvorrichtungen mit Betätigung durch ein Gestänge, bei welchen der Sand unmittelbar vor den Rädern auf die Schienen fällt, versucht und aus den verschiedenen Konstruktionen eine Vorrichtung zusammengestellt, wie sie aus Fig. 207 bis 209 ersichtlich ist. Die Betätigung erfolgt von Hand; durch Hin- und Herbewegung eines kleinen Hebels kann dauernd Sand

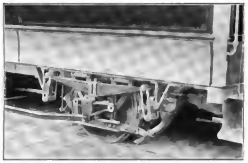


Fig. 208. Ansicht des Sandstreuers.

in geringer Menge gestreut werden, oder aber es kann durch einen kräftigen Stoß auf den Handhebel, der dann in seiner Endlage fixiert wird, eine große Menge Sand dauernd auf die Schienen fließen.

Um den Wagen nicht zu isolieren, erfolgt die Sandstreuung nur auf eine Schiene, doch ist es natürlich ohne weiteres möglich, auch auf beide Schienen Sand zu streuen, und zwar unter Umständen auch derart, daß nur bei der vorerwähnten zweiten Endlage des Hebels, also im Notfalle, auf beide Schienen Sand gestreut wird. Ebenso ist es möglich, die Hebelanordnungen so zu treffen, daß

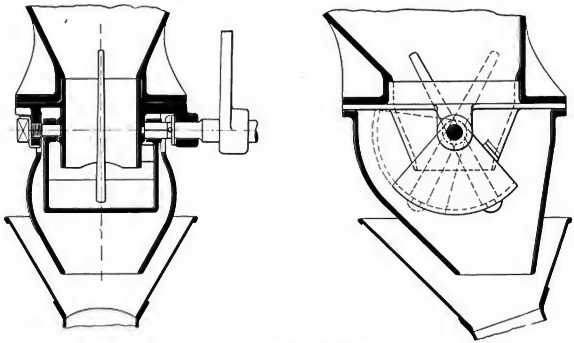


Fig. 209. Konstruktion des Sandstreuers.

auch die in der Fahrtrichtung rückwärtigen Sandstreuvorrichtungen in Tätigkeit gesetzt werden, um für die Anhängewagen die Schienen mit frischem Sand zu bestreuen, was behufs raschen Anhaltens notwendig oder wünschenswert sein kann.

Die eigentliche Sandstreuvorrichtung besteht aus einem mit Sand gefüllten Trichter, dessen unterer Abschluß nicht durch einen Schieber, sondern durch eine

halbrunde drehbare Schaufel erfolgt. Die drehbare Schaufel übergreift die Ausflußöffnung des Sandbehälters, so daß der Sand — infolge des sich bildenden Sandkegels — verhindert wird, im Ruhezustande des Apparates auszurinnen. Die Schaufel ist um eine Achse drehbar, deren Lager sich außerhalb des Sandraumes befinden, so daß sich selbe nicht verreiben können. An der Schaufel ist ein eiserner Dorn befestigt, welcher beim Drehen der Schaufel den Sand aufrührt, um eine etwaige Klumpenbildung hintanzuhalten. Bei der Drehung der Schaufel wird eine größere oder kleinere Öffnung des Trichters freigegeben, so daß der Sand durch eigene Schwere in ein besonderes Rohr fällt, welches unmittelbar vor den Rädern in kleiner Entfernung von den Schienen endet. Dasselbe kann leicht losgenommen und gereinigt werden.

Die Versuche mit dieser Vorrichtung haben sehr gute Ergebnisse geliefert und ist der Bremsweg der Wagen bei schlechtem Schienenzustande gegenüber der früheren Sandstreuung von Hand mit der Schaufel — welche als Notbehelf selbstverständlich bestehen bleibt — auf rund die Hälfte gebracht worden.

Wenn sich diese verhältnismäßig recht einfache und in der Erhaltung kaum besonders teure Vorrichtung auch im Winter bewährt, so dürfte damit jedenfalls eine wesentliche Erhöhung der Betriebssicherheit, vor allem bei Anwendung der elektrischen Bremse, gegeben sein.

Die Tunnelentwürfe der Großen Berliner Straßenbahn.

(Schluß.)

Die Bewältigung des Verkehrs, insbesondere des Verkehrs zwischen Wohn- und Arbeitsstätte, mittels der Straßenbahn hat folgende Nachteile:

1. Die geringe Reisegeschwindigkeit infolge der Rücksichtnahme auf den übrigen Fuhrwerksverkehr. Hier kann nur die vom Straßenverkehr losgelöste Schnellbahn, welche weite Strecken schnell zurücklegt, Abhilfe schaffen. Durch kurze Tunnelstrecken, die mit Straßenbahnwagen betrieben werden, kann Abhilfe nicht geschaffen werden, da eine wesentliche Steigerung der Reisegeschwindigkeit der Straßenbahn im Tunnel und somit eine wesentliche Verringerung der gesamten Reiszeit ausgeschlossen ist.

2. Die geringe Leistungsfähigkeit infolge des beschränkten Fassungsvermögens der Straße und der damit im Zusammenhang stehenden geringen Wagenbreite. Zu gewissen Tageszeiten reicht die gebotene Fahrgelegenheit bei weitem nicht zu. Dies macht sich besonders geltend, weil die aus den Vorstädten kommenden Linien fast ausnahmslos strahlenförmig in wenigen Straßen der Geschäftsstadt zusammenlaufen und diese wenigen Straßen, die zudem noch einen großen sonstigen Verkehr aufnehmen müssen, überlastet sind, und so die Leistungsfähigkeit einer solchen »Stammstrecke« dann auch die Grenze für die Leistungsfähigkeit der Strahlenstrecken abgibt, die an sich mehr Wagen aufnehmen könnten.

Hiermit hängt zusammen:

3. Die außerordentlich geringe Reisegeschwindigkeit infolge dauernder Verkehrsstockungen in diesen Straßen.

Es ist zweifellos, daß die Mängel unter 2. und 3. durch planmäßig angelegte Straßenbahntunnel nach Bostoner Muster wesentlich gemildert werden können. Nur dürfen sich diese Tunnel nicht auf einzelne besonders betroffene Straßen beschränken, sondern müssen planmäßig alle dicht belegten Straßen umfassen. Im anderen Falle schafft man nur Flickwerk und vergrößert das Übel, ohne es zu heilen. Denn sobald die Aufnahmefähigkeit eines Straßenzuges durch die Tunnelanlage wesentlich gesteigert ist, werden die anschließenden, nicht mit Tunnel belegten Strecken überlastet und die gleichen Mißstände dort erzeugt. Fig. 210 zeigt das Straßenbahnnetz von Berlin und die Stärke der Belastung der einzelnen Strecken; sie bewcist, daß neben dem Straßenzuge der Potsdamer- und Leipzigerstraße mit den geplanten Abzweigungen auch die Strecken Spittelmarkt—Alexanderplatz, Alexanderplatz—Rosenthaler Tor, Börse—Gensdarmenmarkt, Brandenburger Tor—Potsdamer Platz und die Belle-Alliancestraße stark belastet und daher gefärdet sind. Die Idee, für alle diese Straßenzüge ein Netz von Unterpflastersträßenbahnen, wenn auch nur nach und nach, planmäßig anzulegen, scheitert, abgesehen von den Kosten und der geringen Wirtschaftlichkeit (Verzinsung und Tilgung der Tunnelbaukosten durch die Mehreinnahmen infolge gesteigerter Leistungsfähigkeit des Gesamtnetzes) an einer Reihe betriebstechnischer Erwägungen:

1. An den Knotenpunkten des Netzes würden zahlreiche unterirdische Verzweigungen erforderlich; diese würden den Betrieb außerordentlich erschweren; die Aufgabe baulich zu lösen, würde recht schwierig sein, wie auch schon daraus hervorgeht, daß der Straßenbahn nicht gelungen ist, für die geplanten Verzweigungen des Lindentunnels einwandfreie Lösungen zu finden. Aus der Betrachtung der Bostoner Tunnelanlagen, bei denen Verzweigungen fast völlig vermieden sind, kann man aber folgern, daß Verzweigungen in derartigen Anlagen tunlichst zu beschränken sind. (Dieser Grundsatz gilt, wie die Gutachter ausführen, für alle städtischen Bahnanlagen auf eigenem Bahnkörper.)

2. Die zahlreichen Verzweigungen von den genannten Hauptverkehrsstraßen in Nebenstraßen müssen entfallen, da nicht überall Rampenanlagen an den Tunnel angeschlossen werden können. Hierdurch werden die Straßenbahnlinien aber noch mehr in die Hauptstraßen zusammengedrängt.

3. Die zahlreichen Rampen würden den sonstigen Oberflächenverkehr sehr hindern und Platz für sie kaum vorhanden sein, wenn man den Bostoner Grundsatz durchführt, daß unmittelbar am Kopf der Rampen keine oberirdischen Verzweigungen liegen dürfen.

4. Die zahlreichen Straßenbahntunnel behindern und verteuern den Bau des dringend notwendigen Schnellbahnnetzes.

Aus Fig. 210 geht auch hervor, daß ein Verkehrsbedürfnis für die Anlage eines Tunnels im Zuge der Straße Unter den Linden gar nicht vorhanden ist. Die Gesellschaft will wie erwähnt den Lindentunnel künstlich Verkehr zuführen, indem sie nach Fig. 211 eine große Anzahl Linien durch ihn hindurchführt. Diese Linien sollen die Leipzigerstraße entlasten.

Daß eine solche Entlastung möglich ist, d. h. daß sich der Verkehr derartige neue Wege vorschreiben läßt, muß bestritten werden. Wenn sie aber durchführbar wäre, so würden hierfür die vorhandenen Oberflächengleise in der Dorotheenstraße zunächst völlig ausreichen.

Wenn die Gesellschaft ausführt, der Lindentunnel solle eine schnelle Beförderung der Straßenbahnfahrgäste vom Westen und Nordwesten nach dem Mittelpunkt der Stadt ermöglichen, so beweist sie dadurch nur, daß dieser Straßenzug für eine künftig etwa herzustellende Schnellbahn freizuhalten ist. Vorläufig ist für eine Schnellbahn im Zuge der Straße Unter den Linden, die natürlich nicht am Opernplatz endigen dürfte, sondern etwa über den Alexanderplatz nach der Frankfurter Allee zu führen wäre, kein Verkehrsbedürfnis vorhanden.

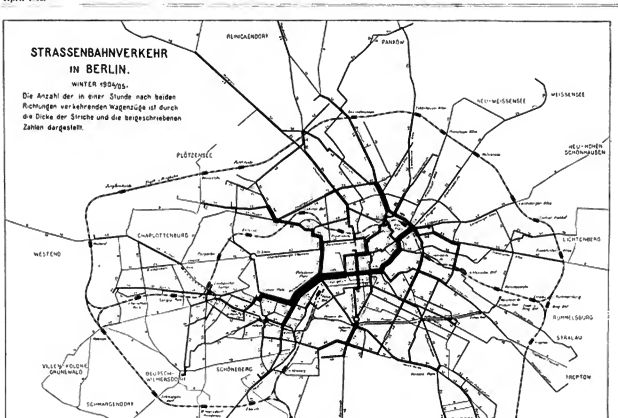


Fig. 210. Aus: Petersen, Personenverkehr und Schnellbahnprojekte in Berlin.

Wir wollen uns nun mit den Einzelheiten des Tunnels unter der Potsdamer- und Leipzigerstraße und den von den Gutachtern dagegen vorgebrachten Bedenken beschäftigen.

Die Rampenanlagen an den Mündungsstellen des Tunnels wird man als zulässig erachten müssen, da sie sich von denen der Bostoner Anlage nicht wesentlich unterscheiden und sich dort erhebliche Betriebsschwierigkeiten an diesen Stellen nicht gezeigt haben. Vorbedingung für die Zulässigkeit der Rampen ist allerdings, daß die Verzweigungsanlagen, die jetzt teilweise unmittelbar an die Kopfpunkte der Rampen anschließen, von dort wegverlegt werden. Dies wird sich jedenfalls erreichen lassen, wenn es auch eine entsprechende Projektänderung bedeutet. Größeren Bedenken betriebstechnischer Art muß dagegen — nach Blum — die Unterdückerung des Landwehrkanals begegnen. Der Tunnel ist hier in zwei zweigleisige Tunnels aufgelöst, und wegen des Zusammentreffens von Krümmung und Gegenneigung ist die Stelle ganz unübersichtlich und daher sehr betriebsgefährlich. Hier müßte jedenfalls ganz langsam gefahren werden, wenn man nicht, vom straßenbahnmäßigen Betriebe abweichend, Blocksignale aufstellen will, die auf die Leistungsfähigkeit der ganzen Anlage sehr ungünstig einwirken würden. Um die berechtigten Bedenken betr. dieser Stelle zu zerstreuen, müßte eine ganz andere Lösung, etwa die gradlinige Durchführung mit Umbau des Brückenbauwerks und Abflachung der Neigungen, gesucht werden.

Ein weiteres Bedenken richtet sich gegen das Verhältnis der Gleiszahl auf der freien Strecke und in den Stationen, und im Zusammenhang damit gegen die von der Gesellschaft behauptete Leistungsfähigkeit der Anlage.

Die Länge der Bahnsteige von 70 m ist so bemessen, daß je 3 Züge von 20 m Länge, bestehend aus Triebwagen und Beiwagen, gleichzeitig davor halten können. Weiter wird davon ausgegangen, daß nach den zurzeit für den Oberflächenbetrieb bestehenden Vorschriften bei einer Geschwindigkeit von 25 km in der Stunde zwischen zwei im gleichen Sinne fahrenden Zügen ein Lichtabstand von 90 m eingehalten werden müsse (die Bau- und Betriebsvorschriften für Straßenbahn mit Maschinenbetrieb schreiben nur 60 m vor), was einer Zeitfolge von 16 Sek. entspräche. Da nun in der Station zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zügen eine Zeitfolge von 10 Sek. möglich sei, so sei ein Stationsgleis leistungsfähiger als ein Streckengleis und die Zahl der Streckengleise mithin zu verdoppeln, um die größte Leistungsfähigkeit der Gesamtanlage zu erreichen. Die Streckengleise müßten alsdann abwechselnd befahren werden. Dies wird durch die Fahrplanentwürfe in Fig. 212 veranschaulicht, auf Grund deren die stündliche Leistungsfähigkeit einer Anlage mit zwei Streckengleisen zu 186 Zügen, der viergleisigen Anlage mit zweigleisigen Stationen zu 246 Zügen berechnet ist. Die Annahme der größeren Leistungsfähigkeit der viergleisigen Anlage beruht, wie Blum nachweist, auf einem Trugschluß. Die für die freie Strecke geforderten Ab-

Weissensee
Pankow
Prenzlauer Allee
Schönhauser Allee
Prenzlauer Berg
Friedrich-Wilhelm-Platz
Gesundbrunnen
Hochbahnhof
Stettiner Bf.
Nordbahnhof
Invalidenstr.
Invalidenpark
Lehrter Bf.
Reichstag
Brandenburger Thor
Pariser Platz
Unter den Linden
Friedrichstr.
Leipzigerstr.
Potsdamerstr.
Potsdamer Bf.
Potsdamer Platz
Wilhelmstr.
Hallesches Thor
Tempelhofer Ufer
Anhalter Bf.
Dessauer Bf.
Askanischer Platz
Moritzplatz
Oranienstr.
Kottbuser Thor
Kottbuser Ufer
Schlesischer Bf.
Schlesischer Thor
Oberbaumbrücke
Jannowitzbrücke
Jannowitzbrücke Bf.
Alexanderplatz
Alexanderplatz Bf.
Rosenthaler Platz
Rosenthaler Thor
Hackescher Markt
Hackescher Bf.
Börse
Börsenplatz
Neue Synagoge
Oranienburgerstr.
Oranienburgerthor
Friedrich-Str. Bf.
Friedrich-Str.
Stadtbahnhof
Zoologischer Garten
Zoologischer Garten Bf.
Joachimsthalerstr.
Joachimsthaler Platz
Kurfürstendamm
Halensee
Grunewald
Wilmersdorf
Schmargendorf
Hohenzollernplatz
Wilhelmsaue
Berlinerstr.
Nollendorfplatz
Nollendorf Bf.
Bayerischer Platz
Eisenacherstr.
Motzstr.
Kleistpark
Yorckstr.
Yorckstr. Bf.
Gleisdreieck
Gleisdreieck Bf.
Potsdamer Ring
Potsdamer Ring Bf.
Lützowplatz
Lützowufer
Lützow-Bf.
Lützowstr.
Thiergarten
Thiergarten Bf.
Lessingbrücke
Lessingbrücke Bf.
Moabit
Moabit Bf.
Turmstr.
Turmstr. Bf.
Beusselstr.
Beusselstr. Bf.
Putlitzstr.
Putlitzstr. Bf.
Perleberger Bf.
Perleberger Brücke
Wedding
Weddingplatz
Lüderitzstr.
Lüderitzstr. Bf.
Seestr.
Seestr. Bf.
Stettiner Bf.
Stettiner Str.
Brunnenstr.
Brunnenstr. Bf.
Schönhauser Allee
Schönhauser Allee Bf.
Pappelallee
Pappelallee Bf.
Danziger Str.
Danziger Str. Bf.
Prenzlauer Allee
Prenzlauer Allee Bf.
Eberswalderstr.
Eberswalderstr. Bf.
Senefelderplatz
Senefelderplatz Bf.
Weinmeisterstr.
Weinmeisterstr. Bf.
Rosenthaler Platz
Rosenthaler Platz Bf.
Gesundbrunnen
Gesundbrunnen Bf.
Humboldthain
Humboldthain Bf.
Humboldtbrücke
Humboldtbrücke Bf.
Hochbahnhof
Hochbahnhof

stände von 90 m sind nämlich in der Station nicht gewahrt; ein mit 25 km einfahrender Zug nähert sich seinem Vorläufer bis auf 42 — 20 = 22 m. Bei einer Geschwindigkeit von 12 km nähern sich die Züge bis auf 30 — 20 = 10 m, während 20 m gefordert werden müssen. Führt man die richtigen Abstände ein, so verschwindet die Überlegenheit der viergleisigen Anlage fast vollkommen, während die erhöhte Betriebsgefahr, die durch den Zusammenlauf der Gleise gebildet wird, bestehen bleibt.

Auch aus dem Umstand, daß in Boston für 5 Stationshalteplätze ein Streckengleis ausreicht, kann man schließen, daß es in Berlin bei drei Halteplätzen ebenfalls ausreichen wird (auch wenn man berücksichtigt, daß in Boston Einzelwagen, in Berlin Zweiwagenzüge verkehren).

Aber auch die absolute Höhe der von der Gesellschaft berechneten Leistungsfähigkeit ist unrichtig, weil mit einer — dem Oberflächenbetrieb entnommenen — Haltezeit von 10 Sek. gerechnet wird.

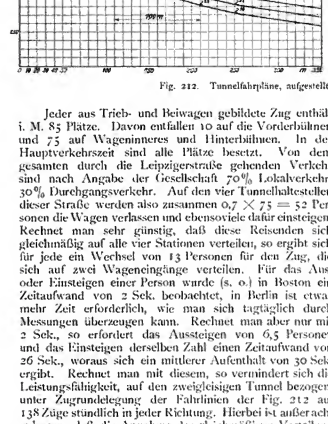


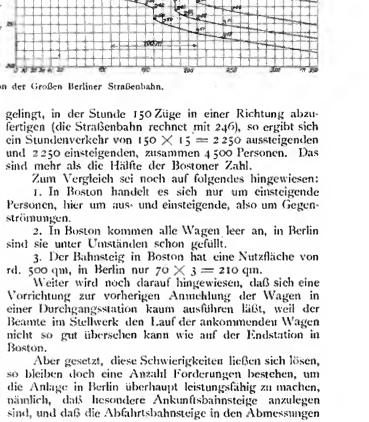
Fig. 212. Tunnelfahrpläne, aufgestellt von der Großen Berliner Straßenbahn.

Jeder aus Trieb- und Beiwagen gebildete Zug enthält i. M. 85 Plätze. Davon entfallen 10 auf die Vorderbühnen und 75 auf Wageninneres und Hinterbühnen. In der Hauptverkehrszeit sind alle Plätze besetzt. Von dem gesamten durch die Leipzigerstraße gehenden Verkehr sind nach Angabe der Gesellschaft 70% Lokalverkehr, 30% Durchgangsverkehr. Auf den vier Tunnelhaltestellen dieser Straße werden also zusammen $0{,}7 \times 75 = 52$ Personen die Wagen verlassen und ebensoviele dafür einsteigen. Rechnet man sehr günstig, daß diese Reisenden sich gleichmäßig auf alle vier Stationen verteilen, so ergibt sich für jede ein Wechsel von 13 Personen für den Zug, die sich auf zwei Wageneingänge verteilen. Für das Aus- oder Einsteigen einer Person wurde (s. o.) in Boston ein Zeitaufwand von 2 Sek. beobachtet, in Berlin ist etwas mehr Zeit erforderlich, wie man sich tagtäglich durch Messungen überzeugen kann. Rechnet man aber nur mit 2 Sek., so erfordert das Aussteigen von 6,5 Personen und das Einsteigen derselben Zahl einen Zeitaufwand von 26 Sek., woraus sich ein mittlerer Aufenthalt von 30 Sek. ergibt. Rechnet man mit diesem, so vermindert sich die Leistungsfähigkeit, auf den zweigleisigen Tunnel bezogen, unter Zugrundelegung der Fahrlinien der Fig. 212 auf 138 Züge stündlich in jeder Richtung. Hierbei ist außer acht gelassen, daß die Annahme der gleichmäßigen Verteilung des Verkehrs auf alle vier Stationen in Wirklichkeit nicht zutreffen wird, und daß jeder noch längere Aufenthalt eines Wagens auf einer Station die folgenden Wagen entsprechend verlangsamt und die Leistungsfähigkeit vermindert.[1])

Ein weiteres wichtiges Bedenken der Gutachter betrifft die Verkehrsabwicklung auf den Stationen. Sie erinnern an die Zustände, die auf der Parkstraßenstation in Boston vor Einführung der Richtungstafeln herrschten, und sprechen die Befürchtung aus, daß die Zustände auf den Berliner Tunnelstationen ähnliche werden könnten. Die Gesellschaft teilt diese Befürchtungen nicht.

Hierzu sei folgendes bemerkt:

Nimmt man wieder wie früher an, daß sich der Verkehr in der Leipzigerstraße gleichmäßig auf die vier Stationen verteilt, so ergeben sich für jede Station $\frac{85 \times 0{,}7}{4} = 15$ aussteigende und ebensoviel einsteigende Reisende für einen Zug. Nimmt man ferner an, daß es



[1]) Sobald man die Geschwindigkeit bei der Einfahrt und damit die mittlere Reisegeschwindigkeit herabsetzt, wird man die Zahl von 138 Zügen gleichwohl etwas vermehren können.

erheblich zu vergrößern sind. Beide Forderungen haben natürlich wesentliche Abänderungen des Projekts zur Folge; es sei nur darauf hingewiesen, daß im Falle der Anlage eines dritten (Zwischen-) Bahnsteigs die Haltestellen um etwa 3 m tiefer gelegt werden müssen, um eine Bahnsteigbrücke als Zugang zu dem Mittelbahnsteig anordnen zu können (vgl. die Stationen der Pariser Metropolitain).

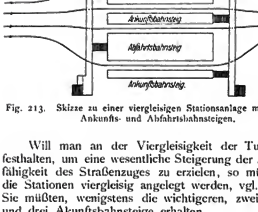


Fig. 213. Skizze zu einer viergleisigen Stationsanlage mit getrennten Ankunfts- und Abfahrtsbahnsteigen.

Will man an der Viergleisigkeit der Tunnelanlage festhalten, um eine wesentliche Steigerung der Aufnahmefähigkeit des Straßenzuges zu erzielen, so müssen auch die Stationen viergleisig angelegt werden, vgl. Fig. 213. Sie müßten, wenigstens die wichtigeren, zwei Abfahrts- und drei Akunftsbahnsteige erhalten.

Die zweiseitige Benutzung der Abfahrtsbahnsteige hat den Nachteil der Unübersichtlichkeit, weil der Reisende nach zwei Fronten zugleich Ausschau halten muß. Da Übergangsweichen zwischen den Gleisen einer Fahrrichtung betriebsgefährlich sind, könnten (nach Fig. 214) nur die zwei Hauptrichtungen Magdeburger Platz—Gensdarmenmarkt und Kurfürstenstraße—Spittelmarkt betrieben werden, womit eine wesentliche Abänderung der jetzigen Linienanordnung verbunden wäre.

An dieser Stelle sei eingeschaltet, daß im Falle der Ausführung der Tunnelanlage jedenfalls nach Bostoner Muster die Bahnsteigsperre eingeführt werden müßte, damit die Schaffner vollständig für die Ordnung des Aus- und Einsteigens, die Bedienung der Bühnenverschlüsse usw. zur Verfügung stehen. Dies wird sich aber leicht erreichen lassen, da in Berlin der Einheitsfahrpreis so gut wie durchgeführt ist und die Zeitkarten zur Benutzung aller auf der Strecke fahrenden Wagen berechtigen.

Man sieht, daß man bei allen Abänderungsvorschlägen zur Verbesserung des Gesellschaftsprojektes immer wieder auf Schwierigkeiten stößt, welche im Verein mit den grundsätzlichen Bedenken, die weiter oben gegen die Anlage eines Netzes von Unterpflasterstraßenbahnen für Berlin gemacht wurden, es ratsam erscheinen lassen, von der Verfolgung des Projektes in dieser Form überhaupt abzusehen (eine Ausnahme machen die dringend notwendigen Unterfahrungen der Straße Unter den Linden in nordsüdlicher Richtung).

Es bleibt noch zu erwägen, ob es angezeigt ist, nach dem Muster der Bostoner Hochbahn in dem Straßenzuge der Potsdamer- und Leipzigerstraße eine Schnellbahn anzulegen, die als ein Teil des Straßenbahnunternehmens aufzufassen wäre und die Straßenbahnen auf dieser Strecke ersetzen würde.

Man müßte sich eine Unterpflasterbahn denken, die etwa am Magdeburger- und Alexanderplatz an die Oberfläche emporstiege und daselbst wie die Bostoner Hochbahn in je einer Schleife endigte. Die jetzt durch die Leipzigerstraße laufenden Straßenbahnlinien wären dann beiderseits an die Endstationen der Schnellbahn heranzuführen und würden auf der Strecke zwischen den beiden Schnellbahnendstationen fortfallen. Die Endstationen der Schnellbahn wären also ähnlich wie in Boston als Umsteigestationen auszuführen.

Die gegen die Unterstraßenbahn mit ihren 23 Linien hinsichtlich der Verkehrsabwicklung auf den Stationen erhobenen Bedenken würden mit einem Schlage verschwinden, sobald es sich nur um die eine Schnellbahn-

Fig. 214.
Linienführung bei viergleisiger Tunnelanlage.

linie handelt, und die Unbequemlichkeit des Umsteigens wäre vielleicht nicht so groß, als sie auf den ersten Blick erscheinen mag.

Sieht man ab von den technischen Schwierigkeiten, welche sich der Anlage der umfangreichen Umsteigestationen mitten im eng bebauten Stadtgebiet entgegenstellen, und von den wirtschaftlichen Bedenken, die es fraglich erscheinen lassen, ob man bei einem Einheitsfahrpreis von 10 Pf., dessen Einnahmen durch die Zeitkarten noch verringert werden, den kostspieligen Betrieb der beiden voneinander völlig verschiedenen Bahnsysteme durchführen könnte, so muß eine solche Lösung doch grundsätzlich als ausgeschlossen erscheinen, nachdem man mit der Schaffung eines selbständigen Schnellbahnnetzes begonnen hat, dessen Hauptstrecke zudem in unmittelbarer Nähe der gedachten Straßenbahn-Schnellbahnlinie verläuft.

Es ist daher unter diesen Umständen das einzig richtige, auf dem eingeschlagenen Wege fortzufahren und die Entlastung des Straßenbahnverkehrs durch ein planmäßig angelegtes Schnellbahnnetz zu erzielen. Durch die Anlage des Schnellbahnnetzes wird die Straßenbahn ihrem eigentlichen Zweck, den Verkehr auf kurze Entfernungen zu vermitteln, zurückgegeben und zugleich von dem für sie unwirtschaftlichen Verkehr auf weite Entfernungen befreit.

Daneben erscheint es sehr wohl angebracht, einzelnen besonders überlasteten Straßenzügen, wie es in diesem Falle die Potsdamer- und Leipzigerstraße sind, durch Anlage von Parallelstraßen Entlastung zu schaffen, wie es die beiden Gutachter als zweckmäßig bezeichnen.

Studie über die Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Berliner Stadt- und Ringbahn.

Von J. W. van Heys, Königl. Eisenbahn-Baninspektor. (Schluß.)

Von den 4 Wagen haben die dreiachsigen wohl den Vorzug der Billigkeit und den des viel geringeren Gewichtes, doch ist bei dem vierachsigen Wagen von großem Vorteil, daß die Motoren und die unter dem Wagenkasten untergebrachten elektrischen Apparate besser zugänglich sind. Durch die Verwendung von Drehgestellen wird erfahrungsgemäß ein ruhiger Gang der Wagen erzielt.

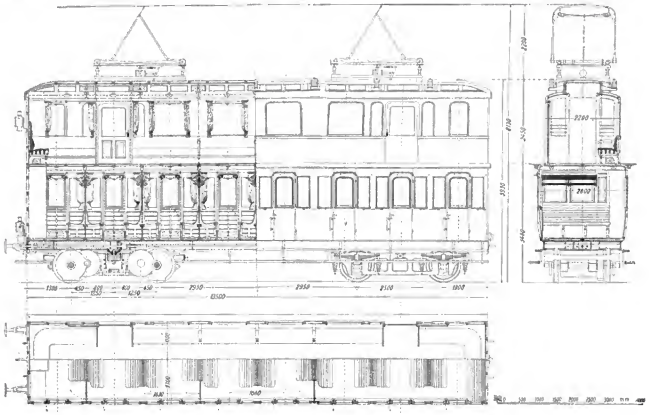


Fig. 215. Entwurf eines zweietagigen Wagens mit zwei Drehgestellen.

Für die Gesamtanordnung dieses in Fig. 215 dargestellten Wagens ist der Wagen der Stadt- und Vorortbahn Blankenese—Ohlsdorf grundlegend gewesen. Der untere Wagenkasten enthält 8 Abteile, darunter 1 Führerteil. Die Länge der Abteile beträgt 1630 mm. Da hier nur Abteile III. Klasse vorhanden sind, so fällt die Länge des Wagens etwas geringer aus, als beim Hamburger Wagen. Die Gesamtlänge des Wagenkastens beträgt 13,32 m. Hierzu kommt noch die Länge eines Puffers von 65 mm auf der einen Stirnseite und die halbe Länge der Kurzkupplung von 125 mm auf der anderen Stirnseite, so daß die ganze Länge des Wagens 14095 mm beträgt. Die Breite des Wagenkastens ist 2600 mm. Das obere Stockwerk des Wagens, das die Fahrgäste II. Klasse aufnehmen soll, erhält Längssitze. Die Breite desselben ist auf 2200 mm bemessen. Die Tiefe der Sitzpolster beträgt nur 570 mm, ist mithin geringer als in den Abteilwagen II. Klasse der Berliner Stadtbahn. Dieses geringere Maß konnte gewählt werden, weil die Höhe der Rücklehnen mit Rücksicht auf die Seitenfenster bedeutend geringer ist, als bei den Stadtbahnwagen. Der durch diese Einschränkung ersparte Raum ist mit Vorteil auf die Verbreiterung des freien Raumes zwischen den Sitzpolstern verwendet. Dieser hat eine Breite von 880 mm. Er würde also im Notfall noch für eine Reihe von Reisenden Stehplätze bieten können. Die Anordnung des oberen Stockwerkes ist den Wagen der Berliner Hoch- und Untergrundbahn nachgebildet. Die Schiebetüren erhalten eine freie Öffnung von 900 mm. Die Mitte der Türen ist von den Wagenenden 2550 mm und von der Wagenmitte 4110 mm entfernt. Bei dieser Ausführung ist ein fester Bau des Wagenkastens gewährleistet und kann das Ein- und Aussteigen hinreichend schnell erfolgen. Das obere Stockwerk erhält einen Lüftungsaufbau, auf dem die Stromabnehmer aufgebaut sind. Zwei Wagen werden zu einer Wageneinheit durch Kurzkupplung verbunden. An den freien Enden der Wageneinheit ist zur Verbindung mit weiteren Wagen eines Zuges die normale Zug- und Stoßvorrichtung angebracht. Das Gesamtgewicht einer Wageneinheit setzt sich ungefähr wie folgt zusammen:

2 Untergestelle	zu je	10000 kg	= 20000 kg
2 Wagenkasten	» »	13500 »	= 27000 »
4 Drehgestelle	» »	5855 »	= 23420 »
4 Elekromotoren	» »	3000 »	= 12000 »
3 Transformatoren			3000 »
Sonstige elektrische Ausrüstung .			2000 »
232 Personen zu je 70 kg . .			= 16240 »
zusammen			103660 kg

Der Achsdruck bei diesen Wagen beträgt also nicht ganz 13000 kg.

Jeder Wagen erhält 2 Motoren, die in dem unter dem Führerabteil liegenden Drehgestell untergebracht sind. Ein Leistungs- und ein Erregertransformator befinden sich unter jedem Wagen. Diese Anordnung bedingt zwar ein etwas höheres Gesamtgewicht der Transformatoren, hat aber den Vorteil der besseren Gewichtsverteilung und den, daß jeder Wagen mit einem anderen zu einer Einheit verkuppelt werden kann. Für die vorteilhafte Dimensionierung der Leitungen zwischen den einzelnen Wagen würde es gut sein, alle Wagen mit Stromabnehmern zu versehen, und nicht, wie es oben angegeben ist, die Stromabnehmer nur an einem Wagen einer Einheit anzubringen.

Von großer Wichtigkeit für die Verwendung des hochgespannten Wechselstromes ist die richtige Durcharbeitung der Sicherungsanlagen für die Stromleitungen.

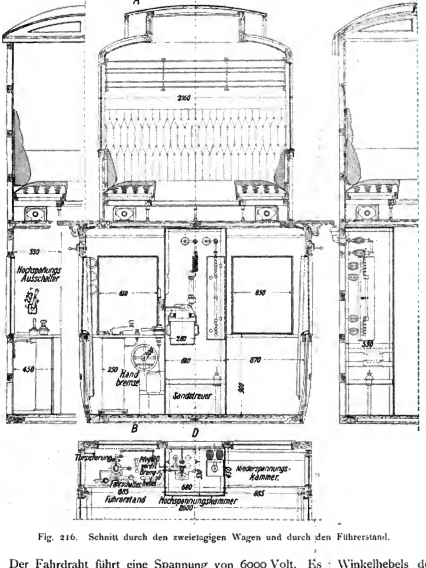


Fig. 216. Schnitt durch den zweiachsigen Wagen und durch den Führerstand.

Der Fahrdraht führt eine Spannung von 6000 Volt. Es ist darum dafür zu sorgen, daß eine Berührung einer blanken Hochspannungsleitung oder von Hochspannungsapparaten ausgeschlossen ist. Eine Hochspannungsleitung führt nur von den Stromabnehmern zu den Transformatoren und sind in sie nur eine Drosselspule ein Blitzableiter, ein Hochspannungsölausschalter und ein Trennschalter eingeschaltet. Diese Apparate sind in einer besonderen Hochspannungskammer (vgl. Fig. 216) eingeschlossen. Die Hochspannungskammer ist verschlossen und verriegelt. Durch das Öffnen der Eingangstür werden sofort die Stromabnehmer von den Arbeitsleitungen herabgelassen, die ganze elektrische Einrichtung des Wagens also stromlos gemacht. Diese Sicherung wird durch Druckluft betätigt. Die Bedienung des Hochspannungsölausschalters erfolgt durch einen Hebel, der an einer durch die Seitenwand der Hochspannungskammer ragenden Welle befestigt ist. Die gesamte Wirkungsweise der elektrischen Einrichtung ergiebt sich am besten aus dem in Fig. 217 dargestellten Schaltschema, bei dem angenommen ist, daß beide Wagen einer Einheit vollkommen gleich eingerichtet sind. Erhält nur ein Wagen Stromabnehmer und den für alle 4 Motoren reichenden Leistungstransformator, so fallen in dem vorliegenden Bilde 2 Stromabnehmer mit den zugehörigen Apparaten und Leitungen fort. Es sei hier bemerkt, daß in dem Schaltschema die Verwendung des Stromabnehmers der Siemens-Schuckertwerke vorgesehen ist, weil der vorgeschlagene 4achsige Wagen mit ihm ausgerüstet ist. Der Stromabnehmer der A. E. G. ist in dieser Zeitschrift[1]) bereits beschrieben.

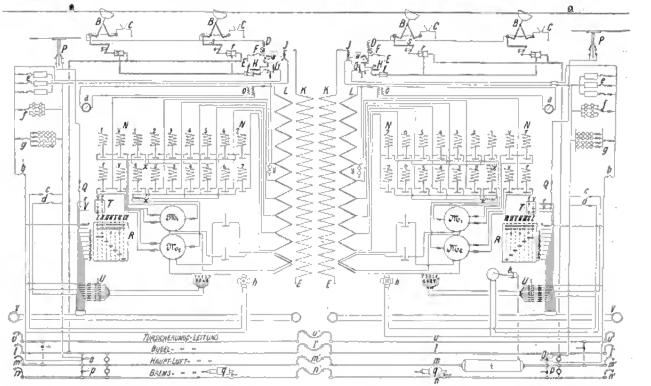
Um zunächst Strom von der Fahrleitung zu den Transformatoren zu erhalten, hat der Wagenführer darauf zu achten, daß die Tür zur Hochspannungskammer geschlossen ist. Sodann läßt er durch Umlegen des Bügelhahnes *o* Druckluft aus der Hauptluftleitung *m* in die Bügelluftleitung *n*. Hierdurch werden gleichzeitig sämtliche Stromabnehmerbügel *B* vermittelst der Druckluftzylinder *r* und der Hebelstangen *s* an die Leitungen gedrückt. Ist in den Luftzylindern *r* der Kolben weit genug vorgedrückt, so öffnet sich eine Leitung, durch die den Luftzylindern *t* Luft zugeführt wird. Der Kolben dieses Zylinders betätigt einen Winkelhebel des Hochspannungsschalters *H*. Bevor der Hochspannungsschalter *H* kurz geschlossen wird, werden zunächst einige Hilfskontakte geschlossen, zwischen denen Widerstände liegen, die zur Aufnahme der beim Einschalten von Transformatoren erfahrungsgemäß entstehenden Stromstöße dienen sollen. Der Primärstromkreis ist hiermit geschlossen. Eingeschaltet in diesen Stromkreis sind noch: die Drosselspule *D*, die Sicherung *S* und der Erdungsschalter *E*. Gleichzeitig entsteht in der Sekundärwicklung des Leistungstransformators ein Strom, der über den Bügelhahn *o*, den Notausschalter *b* und den Magneten *G* fließt. Der Magnet *G* bewegt einen Hebel, dessen freies Ende mit einer Nase versehen in eine Nase des Winkelhebels des oben genannten Hochspannungsausschalters einhakt. Hierdurch wird der Hochspannungsschalter in seiner Lage festgehalten.

Das Ausschalten des Hochspannungsausschalters erfolgt dadurch, daß der Magnet *G* stromlos gemacht wird. Das erfolgt bei Überlastung des Maximalrelais *J*, bei Öffnen des Notausschalters *b* oder wenn der Bügelhahn *o* in die Luftauslaßstellung gebracht wird. Um das Öffnen des Hochspannungsschalters möglichst schnell bewirken zu können, wird der eine Schenkel des Winkelhebels nicht fest mit dem Luftdruck-Kolben verbunden, so daß er beim Zurückschnappen den Kolben nicht mitzunehmen braucht. Zu diesem Zwecke ist an der Kolbenstange ein Winkelhebel angebracht, der beim Verschieben des Kolbens den Hebel des Hochspannungsschalters mitnimmt. In der Endstellung stößt er mit seinem kürzeren Schenkel gegen einen Anschlag, wird nach unten gezogen und gibt den Hebel des Hochspannungsschalters frei.

Der Sekundärstromkreis des Erregertransformators wird durch einen besonderen Schalter geschlossen.

Die weitere Bedienung der Elektromotoren erfolgt mit Hülfe des Fahrschalters und der Schützen oder Hüpfschalter in folgender Weise: den Steuerstrom erhält der

[1]) Elektr. K. u. B., Jahrgang 1907, Seite 242.



A = Hochspannungsdraht.
B = Stromabnehmer.
C = Blitzableiter.
D = Drosselspule.
E = Erde.
F = Erdungsschalter.
G = Magnet.
H = Hochspannungsschalter.
J = Starkstromrelais.
K = Transformator-Primärwicklung.
L = Sekundärwicklung.
M = Triebmotoren.
N = Schützen.
O = Stromtransformator.
P = Niederspannungsstromabnehmer.
Q = Niederspannungsumschalter.
R = Fahrschalter.
S = Sicherung.
T = Fahrtwender.
U = Ausschalter.
V = Kupplungsdose.
W = Widerstand.
X = Drosselspule.
Y = Spannungssicherung.
a = Stromzeiger.
b = Notausschalter.
c = Luftpumpenschalter.
d = Ventilatorschalter.
e = Heizkörper.
f = Signallampen.
g = Wagenlampen.
h = Ventilator.
i = Hauptluftbehälter.
k = Luftpumpe.
l = Bügelluftleitung.
m = Hauptluftleitung.
n = Bremsluftleitung.
o = Bügelhahn.
p = Bremshahn.
q = Bremszylinder.
r = Bügelzylinder.
s = Bügelantrieb.
t = Luftzylinder.
u = Druckknopf.

l, m' und n' sind die zu l, m und n gehörigen Kupplungen.

Fig. 217. Schaltungsschema des zweietagigen Wagens.

Fahrschalter aus der Bügelhahnleitung mit einer Spannung von 250 Volt. Zunächst wird nun zur Herstellung der Vorwärts- oder Rückwärtsfahrt der Fahrtwender T entsprechend eingeschaltet. Dann wird durch Drehen des Fahrschalters in die Stellung 1 der Schützenstromkreis geschlossen und durch weiteres Drehen ein Schütz nach dem andern hochgezogen, wodurch jedesmal die zum Motor führende Spannung um je 50 Volt erhöht wird, bis durch Schluß des letzten Schützes die höchste Spannung von 450 Volt erreicht ist. Die vom Fahrschalter zu den Schützen führenden Leitungen sind zu einem Kabel vereinigt unter den ganzen Zug so geführt, daß durch Bedienung eines Fahrschalters alle Schütze betätigt werden können.

Für den Stromzeiger a ist ein besonderer Stromkreis vorhanden, der vermittels des Stromtransformators O seinen

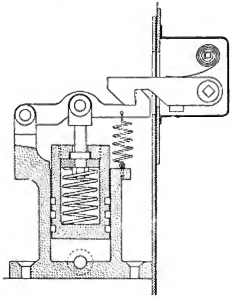


Fig. 218. Verriegelung der Wagentüre.

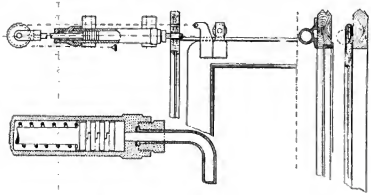


Fig. 219. Schließen der Wagentüre.

Strom erhält. Die Lampen, die Heizung, der Ventilatormotor zum Kühlen der Triebmotoren und der Luftpumpenmotor erhalten den Strom aus der Bügelbahnleitung, an die sie durch besondere Schalter angeschlossen sind.

Über die Wahl der Motoren ist nicht viel zu sagen. Gewählt sind Motoren mit Zahnradübersetzung. Die Verwendung von Achsenmotoren erscheint mit Rücksicht auf die geringe Umdrehungszahl, die die Motoren haben müßten und wegen der hieraus sich ergebenden großen Ausdehnung und des hohen Gewichtes nicht angebracht.

Als Kupplung ist für eine Wageneinheit die bei den Zügen der Berliner Stadt- und Ringbahn teilweise eingeführte Kurzkupplung vorgeschlagen. Zur Verbindung der Wageneinheiten dient die normale Kupplung. Von der Verwendung der amerikanischen Kupplung bei der Stadt- und Ringbahn wird abgeraten, da zur Erzielung eines möglichst ruhigen Ganges die Seitenpuffer nicht zu entbehren sind. Ein Grund, bei diesen zusammengekuppelten Zügen eine selbsttätige Kupplung anzubringen, liegt nicht vor, da die Entkupplung eines Wagenzuges nur selten erfolgt.

Für die Beleuchtung sind in jedem Abteile 5 Glühlampen von 16 N.K. vorgesehen. Die Lampen sind zu je vieren hintereinander geschaltet. Die Lampen eines Abteils gehören 3 verschiedenen Stromkreisen an.

Die Heizung erfolgt ebenfalls elektrisch, die Heizkörper sind in der Wagenzeichnung angegeben. Als Bremse ist die Westinghouse-Luftdruckbremse vorgesehen. In die Luftleitung ist ein Luftdruckregler eingeschaltet, der den Luftpumpenmotor außer Betrieb setzt, sobald der Druck über 8 Atm. steigt.

Zum Schluß sind noch Sicherheitsvorrichtungen an den Wagen verlangt, die das Öffnen und Schließen der Türen während der Fahrt verhindern. An den Abteiltüren der unteren Etage sind keinerlei Sicherungen vorgesehen, da dieselben ebenso konstruiert sind, wie bei den Wagen der Stadt- und Ringbahn. Bisher ist die Anbringung von Sicherheitsvorrichtungen hier noch nicht erforderlich gewesen. Anders verhält es sich in der zweiten Etage. Hier muß es verhindert werden, daß Reisende noch aufspringen, wenn sich der Zug schon in Bewegung setzt. Um dieses zu verhüten, ist eine Türverriegelung angebracht, die vom Führerstande aus betätigt wird. Bevor der Wagenführer die Kurbel des Fahrschalters bewegen kann (vgl. Fig. 216), hat er die Türsicherungskurbel umzulegen. Die Bewegung dieser beiden Kurbeln ist von einander abhängig gemacht derart, daß die Bewegung der einen nur bei einer bestimmten Stellung der anderen möglich ist. Die Türsicherungskurbel läßt sich nur bewegen, wenn die Fahrschalterkurbel auf 0 steht und gleichzeitig die Bremsen angezogen sind. Die Fahrschalterkurbel läßt sich erst bewegen, wenn die Türsicherungskurbel in der Stellung sich befindet, wo Druckluft in die Türsicherungsleitung geht. Die Türsicherungsluftleitung führt die Druckluft zu je 2 Zylindern an jeder Schiebetür. In dem ersten bewegt sie einen Kolben (vgl. Fig. 219), der ein Schließen der Tür bewirkt, in dem zweiten (vgl. Fig. 218) bewegt sie einen Kolben, der eine Verriegelung der Tür herbeiführt. Die Einrichtung und Wirkungsweise beider Einrichtungen ergiebt sich ohne Weiteres aus den beiden Abbildungen.

Die Entriegelung der Türen erfolgt dadurch, daß die Druckluft aus der Leitung gelassen wird. Hierdurch wird in dem Verriegelungszylinder durch eine Feder der Kolben mit dem Verriegelungshaken heruntergezogen und die Tür so freigegeben. Das Öffnen der Türen kann dann von den Reisenden vorgenommen werden. Die beiden Zylinder für die Türschließung und -verriegelung werden oben am Türrahmen angebracht.

Beim Schließen der Türen werden elektrische Kontakte geschlossen, die, in Reihenschaltung an allen Türen angebracht in einer Leitung liegen, in der auf dem Führerstande eine Signalscheibe eingeschaltet ist, die durch weiße Farbe anzeigt, daß alle Türen geschlossen sind und somit der Zug zur Abfahrt bereit ist. Bleibt die Signalscheibe nach Umlegen der Sicherungskurbel rot, so ist das ein Zeichen dafür, daß die Türen noch nicht alle geschlossen sind.

Die Einführung des Betriebes mit zweietagigen Wagen wird zwar nicht einfach, ist jedoch nicht so schwierig, wie sie wohl erscheinen möchte. Zur Abfertigung des Zuges ist auf jedem Bahnsteige ein Beamter erforderlich, von denen der untere der eigentliche Fahrdienstleiter ist. Der Beamte des oberen Bahnsteiges hat die Fahrbereitschaft des oberen Stockwerkes nach unten zu melden. Das erfolgt zweckmäßig durch ein Signal, welches mit dem Schutzgeländer des oberen Bahnsteiges verbunden ist. Sobald das Schutzgitter hochgezogen wird, wird auch das Ausfahrtssignal mitbetätigt. Die hierzu erforderlichen Einrichtungen sind wohl nicht ganz einfach, können aber in einwandfrei betriebssicherer Weise ausgeführt werden.

Kleine Nachrichten.

Neue Bahnen.

Elektrische Bahn Mährisch-Ostrau nach Karwin. Der Gemeinderat der Stadt Mährisch-Ostrau hat beschlossen, die ihm im Juli 1907 als Dampfbahn konzessionierte und bereits im Bau befindliche schmalspurige (760 cm) Bahn von Mährisch-Ostrau nach Karwin, dem Hauptorte des österreichisch-schlesischen Kohlenrevieres, für elektrischen Betrieb einzurichten. Die Baulänge der genannten Bahn wird 20,6 km betragen; die Bahn erhält außerdem eine 0,8 km lange Abzweigung nach Polnisch-Ostrau. Die Bahn fährt zum größten Teil auf eigenem Bahnkörper. Als Betriebsstrom wird Gleichstrom mit 750 Volt Spannung in Verwendung kommen.

Ungefähr in der Mitte der Strecke, unmittelbar an der Bahn, wird ein eigenes Kraftwerk errichtet, welches mit 2 Dampfdynamos von je 200 KW Dauerleistung ausgerüstet wird. Außerdem kommt eine Pufferbatterie, bestehend aus 368 Elementen mit einer Kapazität von 148 Amp. St., und eine Piranimaschine zur Aufstellung. Der Fahrdraht besteht aus einem Profildraht von 70 qmm Querschnitt. Auf dem Fahrdrahtgestänge wird noch eine Speiseleitung von 2×50 qmm Querschnitt verlegt. Die elektrischen Schienenverbindungen erhalten ebenfalls 70 qmm Querschnitt.

Die in erster Linie für den Personenverkehr bestimmte Bahn erhält sechs vierachsige Motorwagen, ausgerüstet mit je 4 Motoren. Die Personenzüge werden aus einem Motorwagen und zwei Beiwagen bestehen und 150 Reisende aufnehmen können. Die stündliche Durchschnittsgeschwindigkeit wird 20 km betragen. Für den Güterverkehr soll vorläufig eine Lokomotive beschafft werden.

Die österreichischen Siemens-Schuckert-Werke wurden mit der Ausführung der Streckenausrüstung und der Lieferung des maschinellen und elektrischen Teiles des Kraftwerkes und des Fahrparkes betraut. —l.

Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft.

Elektrisch betriebene Schiebebühnen. Neben den Drehscheiben spielen die Schiebebühnen im Eisen-

bahnbetriebe eine wichtige Rolle. Sie dienen dazu, auf Bahnhöfen, in Wagenhallen und Eisenbahn-Reparaturwerkstätten Lokomotiven und Waggons von einem Gleis auf ein anderes, dazu parallel laufendes bequem und schnell umzusetzen.

In neuerer Zeit verwendet man zum Antrieb schwerer und häufig gebrauchter Schiebebühnen mit Vorliebe den Elektromotor. Dieser erweist sich wie in so vielen anderen Fällen auch hier wegen seiner geringen Raumbeanspruchung, seiner leichten Bedienung und seiner sofortigen Betriebsbereitschaft als die geeignetste Antriebsmaschine. In Rücksicht auf den intermittierenden Betrieb der Schiebebühnen arbeitet der Elektromotor außerdem sehr wirtschaftlich, weil er während der Arbeitspausen keine Arbeit verbraucht.

Der Antrieb erfolgt unter Zwischenschaltung von Zahnrad- und Schneckenradvorgelegen. Der Elektromotor wird hierbei mit dem Antriebsmechanismus in kompendiöser Weise zusammengebaut, und das ganze Getriebe um die Laufradachse pendelnd und federnd angeordnet. Fig. 220 zeigt einen solchen, von den Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerken, Frankfurt a. M., ausgeführten Antrieb vor dem Einbau in die Schiebebühne. Auf der einen Seite des Schneckenvorgeleges wird noch ein Spill angeordnet, um die zu verschiebenden Wagen leicht auf die Bühne ziehen zu können. Im Gegensatz zu anderen Konstruktionen verwenden die Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke für den Antrieb der Schiebebühne und des Spills denselben Motor, woraus sich eine Ersparnis an Kosten und Raum ergibt. — Zur Steuerung der Bühne werden Wendefahrschalter benutzt, die so aufgestellt werden, daß die Bewegungsrichtung des Hebels mit derjenigen der Schiebebühne übereinstimmt, also eine sog. sympathische Bewegung stattfindet. Der Fahrschalter, die Auslösekupplung des Fahrwerkes und die Feststellvorrichtung der Bühne werden derartig verriegelt, daß der Fahrschalter bei verankerter Bühne nur das Spill in Bewegung setzen kann.

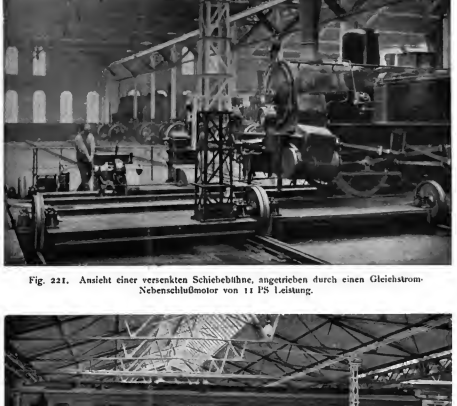


Fig. 221. Ansicht einer versenkten Schiebebühne, angetrieben durch einen Gleichstrom-Nebenschlußmotor von 11 PS Leistung.

Fig. 222. Ansicht einer unversenkten Schiebebühne, angetrieben durch einen Drehstrommotor von 8 PS Leistung.

Fig. 220. Elektromotor direkt gekuppelt mit dem Antriebsmechanismus für eine Schiebebühne.

Die Stromzuführung erfolgt in der Regel oberirdisch durch Trolleydrähte ähnlich wie bei elektrischen Straßenbahnen. Der Strom wird durch Rollenkontakte abgenommen, die an einem auf der Bühne errichteten Maste befestigt werden. Je nach der benutzten Stromstärke kommen einfache oder doppelte Rollenkontakte zur Anwendung.

Man unterscheidet versenkte und unversenkte Schiebebühnen. Bei ersteren ist eine sog. Laufgrube vorhanden, in der die Gleise der Bühne etwa 40 bis 50 cm tiefer als die unterbrochenen Fahrgleise liegen. Bei letzteren sind Laufgleise und Fahrgleise in gleicher Höhe verlegt und an den Kreuzungsstellen nur auf wenige Zentimeter Länge unterbrochen.

Fig. 223. Ansicht einer unversenkten Schiebebühne für die kgl. Eisenbahnwerkstätte in Bukarest, angetrieben durch einen Gleichstrommotor von 10 PS Leistung.

In Fig. 221 ist eine von den Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerken ausgeführte versenkte Schiebebühne abgebildet. Der Antrieb erfolgt durch einen Gleichstrom-Nebenschlußmotor von 11 PS Leistung bei 150 Volt Betriebsspannung und 670 Umdr./Min. Die Abbildung zeigt die Benutzung des Spills zum Heranziehen einer Lokomotive. Die Schiebebühne wurde an die Kgl. Eisenbahnwerkstätten-Inspektion Siegen i. W. geliefert.

Die in Fig. 222 wiedergegebene, von den Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerken mit elektrischem Antriebe ausgerüstete Schiebebühne, die in der Kgl. Werkstätten-Inspektion zu Frankfurt a. M. im Betrieb ist, gehört zu den unversenkten Bühnen. Sie wird durch einen asynchronen Drehstrommotor mit Schleifringanker angetrieben, der bei 110 Volt Betriebsspannung und 2200 Umdr./Min. 8 PS leistet. Die Geschwindigkeit der vollbelasteten Bühne beträgt 0,9 m/Sek.

Von zwei gleichgroßen, mit Gleichstrom betriebenen, unversenkten Schiebebühnen, die von den Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerken an die Kgl. Eisenbahnwerkstätte in Bukarest geliefert wurden, ist die eine in Fig. 223 dargestellt. Der zum Antriebe dienende Gleichstrommotor mit Compoundwicklung hat eine Leistung von 10 PS bei einer Betriebsspannung von 440 Volt und 1400 Umdr./Min. Jede dieser Bühnen hat eine Schienenlänge von 7 m und ist für eine Tragfähigkeit von 16 t gebaut. Die beiden Schiebebühnen sind ebenfalls mit einem Spill ausgerüstet, das vom gleichen Motor angetrieben wird.

Der mechanische Teil der in Fig. 221 bis 223 abgebildeten Schiebebühnen wurde von der Firma Karl Schenck, A.-G., Darmstadt, geliefert.

Bemerkt sei noch, daß auch Schiebebühnen mit Handbetrieb ohne große Änderung für elektrischen Antrieb umgebaut werden können, weil die Anordnung des mechanischen Teils im allgemeinen unverändert übernommen werden kann. Der Handbetrieb wird meistens beibehalten, um als Notbehelf zu dienen, wenn der elektrische Strom einmal ausbleiben sollte.

Außer den beschriebenen Schiebebühnen haben die Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke noch eine große Anzahl versenkter und unversenkter Bühnen mit elektrischem Antrieb ausgerüstet, von denen hier nur erwähnt seien: Die Lokomotiv-Schiebebühne für die Kgl. Eisenbahnwerkstätten-Inspektion zu Karthaus bei Trier, die Schiebebühnen für die Kgl. Werkstätten-Inspektionen in Breslau und Göttingen, die Bühnen für den Bahnhof in Kiew (Rußland) etc.

Wirtschaftliche Untersuchungen.

Der Direktor der Arad—Csanáder Vereinigten Eisenbahnen, A. Sármezey, hielt im Ungarischen Ingenieur- und Architekten-Verein am 14. März 1907 einen Vortrag über: **„Die Bedeutung der Motorwagen im Eisenbahnbetriebe“**, welcher Vortrag als Sonderabdruck der Wochen-Revue des Ung. Ing.- u. Arch.-Vereins, Jahrg. XXVI, Nr. 11 vom 24. März 1907, erschienen ist.

Wir entnehmen dieser Abhandlung nachstehende Tabellen, welche bemerkenswerte Aufschlüsse über die Zugförderungskosten und Instandhaltungskosten verschiedener Motorwagen in ein und demselben Betriebe sowie über das auf einen Fahrgast entfallende Zuggewicht ergeben.

Die Tabelle I zeigt uns den Einfluß der Wagengeschwindigkeit auf den Brennmaterialverbrauch (indem ja der Luftwiderstand mit dem Quadrat der Geschwindigkeit wächst). Bei gleicher Geschwindigkeit und gleicher Leistung verbrauchen die Benzin-Elektromotorwagen mehr Schmiermaterial als die Dampfmotorwagen; die Bedienung

Tabelle I. Motor-Betriebs- und Instandhaltungskosten auf den Linien der Arad—Csanáder Vereinigten Eisenbahnen in den Jahren 1903—1906.

Motorwagen System	Leistung des Motors	Gesamtleistung in Zug-km bis Ende 1906	Brennmaterial pro Zug-km	Zugförderungskosten: Brennmaterial	Schmiermaterial	Diverse Materialien	Kosten des Personals	Zusammen	Instandhaltungskosten, Material und Löhne	Gesamte Zugförderungs- und Instandhaltungskosten
	PS		kg	Heller pro Zug-km Leistung						
Benzinmotor mit unmittelbarem Antrieb, Daimler 1903—1906	40	124 980	Benzin 0.432 Holzkohle 2.440	9.33	1.03	0.06	3.72	14.14	4.92	19.06
Dampfmotor Ganz & Co. 1903—1906	35	662 773	Benzin 0.398	7.84	1.15	0.18	5.04	14.21	4.10	18.31
Benzin-Elektromotor Weitzer 1903—1906	30	710 673	Benzin 0.398	7.34	2.31	0.15	4.13	13.93	4.37	18.30
Benzin-Elektromotor Weitzer 1906	70	284 538	0.588	10.82	2.64	0.21	4.93	18.60[1])	4.88	24.48[1])
Zusammen	—	1 782 964	—	—	—	—	—	14.84	4.39	19.23

[1]) Kosten bei Schnellverkehr.

Tabelle II.

Angaben	Betrieb der k. ung. Staatsbahnen: Ganz & Co. Dampfmotoren kleine	Ganz & Co. Dampfmotoren große	Komarek Dampfmotor v. Ganz & Co.	Stolze Dampfmotor v. Railway Wagon-fabrik	Ganz & Co. Dampfmotor	Kleine Lokomotive	Betrieb der Arad—Csanáder Vereinigten Eisenbahnen: Joh. Weitzer-Arad Benzin-Elektro-Motorwagen			Ganz & Co. Dampfmotor
Gewicht des Fahrzeuges . . . . . t	18	22	21.2	24.4	31.5	18.4	18	13	16.3	13	13.5
Leistung des Motors . . . . . PS	50	80	150	80	150	70	30	70	40	35	
Anzahl der Achsen	2	2	2	3	4	2	2	2	2	2	2
Geschwindigkeit . . . . . km/St.	45	60	40	50	50	40	50	30—35	55—60	35—40	30—35
Anzahl der Sitzplätze I. Klasse	—	—	—	—	20	—	—	17	15	17	9
» » » III. » . . .	40	38	35	40	76	—	40	25	24	25	25
Gewicht der Anhängewagen . . . . . t	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	6.3	6.3	6.3	6.3
Sitzplätze im Anhängewagen, I. Klasse . .	20	20	20	20	—	20	20	16	16	16	16
» » » III. » . .	40	40	40	40	—	40	40	32	32	32	32
Gewicht des Zuges im ordnungsmäßigen Verkehr mit 90—100 Sitzplätzen . . . . t	29.6	33.6	32.8	36.0	31.5	46.0	29.6	19.3	22.6	19.3	19.5
Auf einen Sitz entfallen . . . . . t	0.296	0.336	0.328	0.360	0.315	0.400	0.296	0.214	0.257	0.214	0.270

der erstgenannten Wagen ist jedoch einfacher und billiger. Die Kosten des Brennmaterials sind (in Arad) für beide Motorwagengattungen ziemlich gleichgroß.

Aus der Tabelle II ersehen wir, daß das Zugsgewicht pro Sitzplatz bei den benzin-elektrischen Zügen am geringsten ist. Es folgen dann die Dampfmotorwagenzüge und zuletzt die Züge mit vorgespannten kleinen Lokomotiven.

Die Arad—Csanáder Vereinigten Eisenbahnen haben außer dem Motorwagenbetrieb auch Lokomotivbetrieb für die eigentlichen Personen- und Lastzüge. Es waren die Einnahmen und Ausgaben durchschnittlich (von 1900 bis 1907 für die Lokomotivzüge und von 1904 bis 1907 für die Motorwagenzüge):

	Für jeden geleisteten Tonnenkilometer: Einnahmen h	Ausgaben h	
Personenzüge	0.936	1.111	—0.175
Lastzüge	1.620	0.788	+0.832
Motorwagenzüge	3.007	1.480	+1.527

Während also die Personenzüge passiv arbeiten (auf jeden Reisenden kommen 1.09 t totes Gewicht), ergeben die Motorwagenzüge (auf einen Reisenden kommen nur 0.348 t totes Gewicht) ein ganz schönes Erträgnis.

Vor Einführung der Motorwagen (im Jahre 1902) wurden jährlich 1 053 092 Personen befördert und K 850 188 eingenommen. Nach Einführung der Motorwagen (1903 bis 1906) stieg die Frequenz bedeutend, und im Jahre 1906 wurden schon 2 238 740 Personen befördert und rd. K 1 300 000 eingenommen. Man sieht also, daß bei so günstigen Verhältnissen für Motorwagenbetrieb, wie dieselben bei den Arad—Csanáder Vereinigten Eisenbahnen vorliegen, die Motorwagenzüge den Lokomotivzügen bedeutend überlegen sind. Alles Nähere mag aus der eingangs erwähnten Abhandlung entnommen werden.

P—r.

Geschäftliches.

Die **Aktiengesellschaft Mix & Genest** hat den während der letzten Monate ausgeführten Umzug vollendet und nunmehr ihre sämtlichen bisher getrennt gelegenen Fabrikbetriebe in dem stattlichen Neubau Schöneberg-Berlin, Geneststraße 5/9, vereinigt. Die erheblich erweiterte Bauabteilung für Installationen von Telephon- und Telegraphenanlagen und der Stadtverkauf sind in der früheren Hauptfabrik Bülowstraße 66 zum leichteren Verkehr mit der ausgedehnten Stadtkundschaft verblieben. Diese Fabrikgrundstücke sind jetzt in die Verwaltung der »Industriehof Bülowstraße« G. m. b. H. übergegangen, die seinerzeit mit M. 800 000 Kapital zu dem Zwecke gegründet worden ist, die Räume anderweitig zu vermieten. An der »Industriehof Bülowstraße« G. m. b. H. ist die Aktiengesellschaft Mix & Genest noch mit M. 250 000 beteiligt. Die neue Fabrik, unmittelbar an den Bahnhöfen Papestraße der Vorortbahn und der Ringbahn gelegen, ist modern und auf das zweckmäßigste gebaut, wodurch für die Fabrikation wesentliche Ersparnisse und Erleichterungen für die Verwaltung erwartet

werden. Zur Steigerung der Leistungsfähigkeit sind Maschinen neuester Konstruktion angeschafft worden. Ferner hat die Firma außer den bereits in Hamburg und Köln sowie im Auslande bestehenden Filialen in Breslau eine neue Zweigniederlassung unter der Leitung langjähriger, mit den Verhältnissen bestens vertrauter Mitarbeiter errichtet, um ihren zahlreichen Abnehmern in den Provinzen Schlesien und Posen eine direkte und schnelle Bedienung zu gewährleisten.

Aus den Geschäftsberichten.

Dem **Betriebsbericht für 1906 der städtischen Straßenbahn zu Freiburg i. B.** entnehmen wir: Die Gesamtzahl der zahlenden Fahrgäste hat wiederum eine Zunahme von 9,85 (im Vorjahre 9,70)% erfahren und ist von 4379872 auf 4811209 gestiegen. Aber auch die Einnahme für das gefahrene Wagenkilometer der gesamten Bahnanlage zeigt in dem abgelaufenen Betriebsjahr wiederum eine erfreuliche Zunahme und zwar von 45,85 auf 46,53 Pf. Dagegen ist der Betriebskoeffizient, d. h. das Verhältnis der reinen Betriebsausgaben zu den Gesamteinnahmen, von 59,18 auf 60,85% angestiegen. Diese kleine Verschlechterung jenes Verhältnisses ist in der Hauptsache auf die allgemeine Teuerung aller Materialien, sodann aber auch vor allem auf die Erhöhung der Personalkosten zurückzuführen. Diese letztere hat im Berichtsjahr allein 8,1% betragen und hat ihren Grund in einer erheblichen Besserstellung des gesamten Personals der Straßenbahn.

Neben dieser Erhöhung des Betriebskoeffizienten hat aber auch die durch die Erweiterungskosten der Linie C herbeigeführte Vermehrung der Zinslast ihren Einfluß geltend gemacht, so daß das wirtschaftliche Ergebnis des Unternehmens hinter demjenigen des Vorjahres im ganzen etwas zurückgeblieben ist. Die gesamten Einnahmen der Bahn sind zwar von M. 449895,33 auf M. 485269,10 oder um 9,31 (5,20)% angewachsen, gleichzeitig haben aber auch die Ausgaben für Verzinsung und Tilgung eine Erhöhung von M. 112466,70 auf M. 126870,75 oder von 14,23 (6,80)% und die Verwaltungs- und Betriebsausgaben eine solche von M. 280428,63 auf M. 316498,35 oder von 12,86 (3,72)% erfahren, so daß bei der auch in diesem Jahre erfolgten Rücklage von M. 20000 in den Erneuerungsfonds eine Reinablieferung an die Stadtkasse von nur M. 21900 gegenüber M. 37000 im Vorjahre verblieben ist. Die Bruttoversinzung ist von 9,03 auf 7% zurückgegangen.

Am Schluß des Berichtsjahres hat die Gesamtlänge aller Strecken 9,64 km auf öffentlichen Straßen und 0,25 km auf eigenem Bahnkörper, zusammen also 9,89 km betragen.

A. Rennweg—Lorettostraße	. . .	2,76 km
B. Lehenerstraße—Lorettostraße	.	2,74 »
C. Schwabentorbrücke—Waldsee	.	1,81 »
D. Lorettostraße—Günterstal	. .	2,58 »
	zusammen	9,89 km

Die Länge der durchgehenden Gleise auf diesen Linien beläuft sich auf 16,16 km, wozu an Gleiswechseln, Aufstellgleisen und Depotgleisen noch 1,26 km kommen, so daß sich die Gesamtlänge aller Gleise einschließlich der Nebengleise auf 17,42 km beläuft.

Die Einwohnerzahl von Freiburg i. B. hat am Schluß des Berichtsjahres etwa 79000 Seelen betragen, so daß auf 10000 Einwohner 1,25 km Streckenlänge entfallen.

Die gesamte Länge des Fahrdrahtes beträgt einschließlich aller Um- und Neubauten 21,18 km. Es ist überall noch Rundkupferdraht von 8,05 mm Durchmesser verwendet. Die am Ende des Jahres vorgenommene Messung des Fahrdrahtes hat an einer der meist beanspruchten Stellen, wo der Arbeitsdraht statt der sonst üblichen 5,50 m nur 4,25 m über Schienenhöhe liegt, nach 5¼jähriger Betriebsdauer eine größte Abnutzung von 0,69 mm oder 0,25% des ursprünglichen Querschnittes von 52,17 qmm ergeben.

Der Wagenpark besteht aus 27 Triebwagen zu 16 Sitz- und 15 Stehplätzen, einem geschlossenen Anhängewagen zu 16 Sitz- und 16 Stehplätzen, drei geschlossenen Anhängewagen zu 18 Sitz- und 16 Stehplätzen, drei offenen Anhängewagen zu 18 Sitz- und 16 Stehplätzen, einem Salzwagen mit Schneepflug.

Die Wagen sind sämtlich zweiachsig, die Triebwagen besitzen zwei Motoren der Type D 14/20 von Siemens und Halske mit einer Normalleistung von je 12 PS.

Die seit Anfang des Betriebes gemachten Beobachtungen über die ungleichmäßige Abnutzung der Radreifen bis zu 3 mm des Durchmessers, das einseitige Anlaufen der Spurkränze eines Radsatzes und das hierdurch herbeigeführte Schlingern der Wagen hat dazu geführt, daß neuerdings die Achslagerkasten in den Achsgabeln des Untergestelles in horizontaler Richtung festgestellt, das Abdrehen der Radreifen mit besonderen Meßinstrumenten genau nachgeprüft und die beiden Achsen in die Achsgabeln genau parallel zueinander eingebaut werden.

Eine anderweite Abhilfe hatte sich trotz sorgfältigen Sortierens der Radreifen nach gleicher Härte des Materials nicht erreichen lassen, da der auf der Zahnradseite befindliche Radreifen stets eine kleinere Abnutzung zeigte als derjenige auf der anderen Seite der Achse. Und diese Erscheinung ließ sich auch trotz der größten Sorgfalt bei der Vornahme der oben genannten Sortier- und Dreharbeiten nicht beseitigen, so daß gelegentlich der Hauptrevision der Wagen stets viel Material von den Rädern abgedreht werden mußte, um wieder lauffähige Spurkränze zu erhalten. Hierdurch aber ist eine häufigere Erneuerung und öfteres Nachdrehen der Radreifen und weiter bedeutende Erhöhung der Wagenunterhaltungskosten bedingt gewesen.

Um nun diesem Übelstande nach Möglichkeit abzuhelfen, sind einige Meßinstrumente beschafft worden, mit Hilfe derer die fraglichen Arbeiten genau nachgeprüft werden können. Diese Prüfung bezieht sich insbesondere darauf, daß die Durchmesser der Radreifen eines Radsatzes genau gleich sind, daß das Spurmaß von 1000 mm zwischen den Rollkanten der Spurkränze scharf eingehalten wird, sowie endlich, daß auch die Mitten der Bauflächen sich genau symmetrisch zur Mitte der Achse befinden.

Um die Achsen genau parallel zu stellen, werden in das Untergestell auf beiden Flächen der Achsgabeln Stahlbleche von entsprechenden Stärken aufgeschraubt und der gleiche Abstand zwischen der vorderen und der hinteren Achsgabel und ebenso diagonal nachgeprüft. Hiernach müssen die Achsen mit ihren Radreifen von genau gleichen Durchmessern und mit genau paralleler Einstellung auf einer geraden Gleisstrecke ohne Unebenheiten den Wagen auch geradlinig weiterführen. Bisher dagegen ist durch den einseitigen Antrieb der Wagenachse das auf der Seite des treibenden Zahnrades sitzende Rad nebst Achslagerkasten zuerst dem Spielraum von 5—6 mm zwischen den Achsgabeln vorgeeilt und hat erst dann eine Drehung auch des anderen auf der gleichen Achse sitzenden Rades bewirkt, wobei ein durch die Torsionsspannung hervorgerufenes wiederholtes Rollen und Schleifen dieses Rades und dadurch eine schnellere Abnutzung desselben stattgefunden haben muß. Infolge des Feststellens der Achsen in horizontaler Richtung werden je-

doch beide Räder durch den Antrieb des Motors zugleich ins Rollen kommen müssen, abgesehen von kleineren Schwingungen in der Drehrichtung um die Längsachse, welche infolge der Elastizität des Materials der Achse unvermeidlich sind, sofern man von besonderen Vorkehrungen wie symmetrischem Antriebe od. dgl. absieht.

Das Feststellen der Achsen ist zu Anfang des Berichtsjahres ausgeführt worden, so daß sich dessen Wirkung aus den unten angeführten Zahlen über Laufdauer der Radreifen und mittlere Lauflänge zwischen zwei Hauptrevisionen noch nicht erkennen läßt. Es kann jedoch jetzt schon festgestellt werden, daß die Laufdauer sich bedeutend erhöhen wird und daß sich irgendwelche Mißstände bisher nicht gezeigt haben. Es soll jedoch nicht unerwähnt bleiben, daß beim Durchfahren enger Gleiskrümmungen eine gewisse Unruhe in dem Lauf der Wagen durch ruckweise kleine seitliche Bewegungen (Spießgang) auftritt, was bisher jedoch zu erheblichen Belästigungen oder zu Beschwerden keinen Anlaß gegeben hat.

Die im Berichtsjahre bezogenen Radreifen haben eine Festigkeit von 80 kg auf 1 qmm bei 12% Dehnung auf 100 mm Länge gemessen. (Schluß folgt.)

Neue Bücher.

Lehrbuch der allgemeinen mechanischen Technologie der Metalle. Von Dipl.-Ing. Herm. Meyer, Oberlehrer an der Kgl. Maschinenbau- und Hüttenschule zu Gleiwitz. Mit 262 Abbildungen. (Grundriß des Maschinenbaues, 11. Band.) Hannover 1907. Verlag von Dr. Max Jänecke. Preis broschiert M. 6, gebunden M. 6,80.

Der Verfasser wollte in dem vorliegenden Buche ein Lehrbuch der allgemeinen mechanischen Technologie der Metalle schaffen, das in erster Linie für den Studiengang an Maschinenbauschulen, Techniken und ähnlichen Fachschulen zugeschnitten, den Schüler mit dem Notwendigsten aus dem Gebiete der mechanischen Technologie in seiner Anwendung auf den Maschinenbau bekannt macht, so daß er die für allgemeine Zwecke abgefaßten und daher sehr umfangreichen ähnlichen Werke entbehren kann.

Zur Verfolgung seines Zweckes hat der Verfasser äußerst zahlreiche und meist sehr deutliche Abbildungen der in Frage kommenden Maschinen, Werkzeuge und Einrichtungen etc. in Schnittzeichnung und Bilddarstellung wiedergegeben, welche den Text wirkungsvoll unterstützen.

Das Buch zerfällt in zwei Hauptteile:

Der erste Teil behandelt die Umformung der Metalle auf Grund ihrer Schmelzbarkeit (Gießerei); der zweite Teil behandelt die Umformung der Metalle auf Grund ihrer Bildsamkeit.

Im ersten Teil werden in übersichtlicher Reihenfolge die hauptsächlichsten Gußmetalle, Schmelzöfen, Formerei und Gießerei behandelt und bis zu den neuesten Fortschritten der Technik auf diesem Gebiete verfolgt, und dürfte der Leser aus diesem Teil des Werkes ein sehr anschauliches Bild über die Entstehung des fertigen Gußstückes aus dem Rohmetall erhalten. Die abseits der Eisenlegierungen stehenden anderen Metalle bzw. Metallegierungen sind nur ganz knapp auf eine Seite (S. 8) zusammengedrängt. Da dieselben bei dem Aufschwung der Elektrotechnik und Automobilindustrie jedoch ebenfalls eine nicht unwesentliche Rolle im neueren Maschinenbau spielen, so dürfte eine etwas ausführlichere Angabe dieser Legierungen bei einer Neuauflage des Werkes zu empfehlen sein. Verhalten sich doch die Produktionsmengen der neben dem Eisen verarbeiteten Unedelmetalle zu jenem wie etwa 1 : 20 und ihr Geldwert wie etwa 1 : 2.

Im zweiten Abschnitt sind die formgebenden Arbeiten behandelt, und zwar besonders ausführlich, ihrer Bedeutung entsprechend, die des Schmiedens und Walzens. Bei Besprechung des letzteren Kapitels würden kurze Angaben und Abbildungen über Schweißöfen zur Erwärmung des Walzgutes zweckdienlich sein, desgl. solche über Kaltwalzwerke, besonders zur Herstellung der Eisenbänder, die ja in der Massenfabrikation an Stelle der Blechtafeln eine außerordentlich wichtige Rolle als Vorprodukt spielen.

Am Schlusse des zweiten Teiles ist noch eine Abhandlung über die Herstellung von Rohren gegeben, welche die wichtigsten derartigen Methoden in Kürze bespricht.

Bei dem Mangel an Büchern, die den Stoff der allgemeinen mechanischen Technologie der Metalle auf das für den Schüler Wichtigste in knapper Form dargestellt zusammendrängen, kann das Erscheinen vorliegenden Buches nur begrüßt werden. A. Hilpert.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

1. Ganze Kraftanlagen (Kraftwerke).

Les usines électriques du littoral Méditerranéen. (L'industrie électrique, 10. Nov. 1907 und 10. Dez. 1907.) Der Ursprung des Netzes von Kraftwerken am Gestade des Mittelländischen Meeres reicht auf 1897 zurück, als eine Gesellschaft gegründet wurde zwecks Ausnutzung der Wasserfälle des Var an der Mündung von Mescla zur Stromversorgung von Nizza. 1899 pachtete die Straßenbahngesellschaft dortselbst die Fälle und baute in Nizza ein Unterwerk mit Hilfsdampfmaschinen. Nachdem eine Marseiller Gesellschaft die Rechte zur Ausnutzung der Wasserfälle des Loup erworben, vereinigte sie sich mit der vorgenannten zur Gesellschaft: »Énergie électrique du littoral Méditerranéen« mit Frs. 4 Mill. Kapital, welches inzwischen auf 32 Mill. angewachsen ist, wozu noch 31 Mill. Obligationen kommen. Zur Verfügung standen 7500 KW, die jedoch bald durch weitere Wasserkräfte bei Entraigues und La Siagne erweitert wurden. Später kamen dazu Brillanne-Villeneuve. Weitere Gesellschaften erwarben Wasserkräfte in dieser Gegend.

Nachstehende Tabelle ergibt eine Übersicht über die jetzt bestehenden oder im Bau begriffenen Werke:

Werk	Zur Verfügung stehende KW	Gefälle in m	Ergiebigkeit des Flusses in cbm/Sek.	Mindest-ergiebigkeit in cbm/Sek.	Spannung in Volt	Turbinen-Tafel in KW
Fontan[1]) . .	3 000	100	—	—	—	—
Saorge[1]) . .	3 000	—	—	—	—	—
Tinée . . .	3 000	—	—	—	—	—
Mescla . .	1 500	10	15	20	10 000	3 × 600
Plan du Var .	3 750	27	15	20	10 000 Niederspg.	3 × 750
Loup . . .	2 250	250	1	1,5	11 000	4 × 750
Siagne . .	6 000	350	1,5	2 à 2,4	30 000	4 × 1875
Entraigues .	1 500	19	»	8	30 000	2 × 110
La Brillanne .	10 500	23,50	35	50	50 000	3 × 750
Verdon . .	15 000	140	»	»	»	5 × 2600
Ventavon . .	15 000	50	»	»	»	3 × 260

[1]) In Vorbereitung.

Alle diese Werke sind in ihrer Leistungsfähigkeit sehr schwankend, da die Gletscherflüsse im Winter sehr niedrigen Wasserstand haben, während die anderen umgekehrt im Sommer ihren niedrigsten Stand aufweisen.

Mittels Wasserbehälter kann man diese Schwankungen nicht aufnehmen, aber durch Gruppierung der einzelnen Werke miteinander ist ein Ausgleich zu erzielen. Der Arbeitsverbrauch ist auch schwankend, und zur Regulierung sind an verschiedenen Stellen des Kraftnetzes Dampfkraftwerke eingerichtet.

Nachstehende Tabelle zeigt einen Teil derselben.

Werk	Leistung in KW	Maschinen
Cap Martin . . .	225	—
Monte Carlo . . .	1 125	1 Curtis-Turbine 1 Wechselstrommaschine
Risso (Nice) . . .	3 000	3 Curtis-Turbinen
Sainte Agathe (Nice)	1 500	2 Wechselstrommaschinen
Mongins	450	Wechselstrommaschinen
Brunet et la Loubière	1 350	—
Saint Giniez (Marseille) . . . .)	6 750	5 Wechselstrommaschinen v. 1125 1 Curtis-Turbine von 1125
Arles	3 000	3 Curtis-Turbinen 4 Curtis-Turbinen von 750
Compagnie du Gaz de Marseille . . .)	3 750	1 Curtis-Turbine von 3000 1 Turbine von 1125 } im Bau 1 „ „ 3000 }

Da die einzelnen Werke mit verschieden hoher Spannung arbeiten, sich aber gegenseitig zeitweilig unterstützen müssen, ergab sich die Notwendigkeit, zahlreiche Unterwerke mit Umformern etc. anzuordnen. Die Werke arbeiten im Prinzip nicht parallel, sondern unabhängig voneinander, wodurch die Regelung der Spannung erleichtert wird und Unfälle lokalisiert bleiben. Mittels Umformer und Umschalter können sie parallel gebracht werden.

Die Hauptstromabnehmer sind durch zwei getrennte Leitungen gesichert; sie können von jedem beliebigen Kraftwerk aus versorgt werden. Das ganze Netz arbeitet mit 25 Perioden und der Strom wird vielfach direkt zur Beleuchtung verwendet. Die Spannung in den einzelnen Leitungen wird durch automatische Regler, die an den Turbinen sitzen, erhalten (System Thury oder Tirill).

Es wird ferner die Turbinengeschwindigkeit geregelt, und zwar durch Regler, die mittels Hilfsmaschinen getrieben werden, wobei letztere entweder direkt durch Kraftwasser oder indirekt mittels Pumpen und Preßöl von 25 Atm. betätigt werden. An einigen Stellen des Netzes genügte diese Regelung nicht und man zweigte dort von der Hauptleitung eine Nebenleitung ab, in welcher geringe Belastungsschwankungen im Hauptnetz stark vergrößert und mittels Transformators beseitigt werden.

Die Spannungsschwankungen bewegen sich zwischen 5 und 10%.

F. Berg-, Hüttenwerks-, Fabrikbetriebe und deren Unterhaltung.

Elektrische Induktionsöfen und ihre Anwendung in der Eisen- und Stahlindustrie.

Von V. Engelhardt. (E. T. Z., 31. Okt. 1907, 7. Nov. 1907, 14. Nov. 1907 und 21. Nov. 1907, S. 1051, 1084, 1104 und 1124.)*

Die technisch verwendeten Induktionsöfen bestehen aus einem durch eine primäre Kupferwicklung erregten Transformator, dessen Sekundärwicklung durch die mit Metallen oder Metallerzen gefüllte Schmelzrinne dargestellt wird. Das Schmelzgut erhitzt sich infolge der in der Schmelzrinne fließenden starken Ströme bis zur Schmelztemperatur. Die üblichen Temperaturen in den Induktionsöfen sind 1600 bis 1850° C. Vorteile der Induktionsöfen: Es kann durch Zusammenschmelzen entsprechender Rohstoffe Stahl von genau voraus bestimmter Zusammensetzung hergestellt werden. Da die Wärmeentwicklung im Schmelzgut selbst stattfindet, arbeitet man mit einem sehr hohen thermischen Wirkungsgrad (bis 80%, und darüber). Zwei Hauptsysteme: 1. Reine Induktionsöfen; das Schmelzgut wird dabei nur durch Induktion erwärmt, gebräuchlichster Ofen dieser Art von Kjellin. 2. Kombinierte Induktionsöfen; das Schmelzgut wird außer durch die Induktion im Innern noch von außen durch einen stromdurchflossenen Widerstand erhitzt, gebräuchlichster Ofen dieser Art ist der von Röchling-Rodenhauser. — Bei den reinen Induktionsöfen muß man, um mit einem guten Leistungsfaktor zu arbeiten, sehr kleine Periodenzahlen (bis 5 pro Sek.) anwenden und deshalb besondere Maschinen für diesen Zweck aufstellen und besondere Netze verlegen, die »kombinierten Induktionsöfen« können dagegen mit der normalen Periodenzahl (bis 50 pro Sek.) arbeiten, sie können also an ein normales Wechselstromnetz gelegt werden. — Kapazität eines Ofens bis ca. 8 t. — Hauptverwendungsgebiete: direkte Metallgewinnung aus den Erzen, Metallraffination und Umschmelzung. — Inhaberin der Kjellin-Patente ist die Gesellschaft für Elektrostahlanlagen m. b. H., Berlin-Charlottenburg, von ihr stammen eine Anzahl der ausgeführten Anlagen. — Beschreibung einzelner Induktionsofenanlagen: Ofentransformator der Röchlingschen Eisen- und Stahlwerke in Völklingen, gebaut von den Siemens-Schuckertwerken, Primärspannung 4500 bis 4900 Volt, 5 Perioden, Gewicht 40 t, Jochmittenabstand 2,5 m, der dazugehörige Wechselstromgenerator ist sechspolig, läuft mit 100 Umdr. pro Min. und leistet 1188 KVA. bei $\cos \varphi = 0{,}63$. Der kombinierte Ofen von Röchling-Rodenhauser hat gegenüber dem Kjellin-Ofen den Vorteil, daß die metallurgischen Arbeiten nicht in den ringförmigen Rinnen, sondern in einem Arbeitsherd, ähnlich wie beim Siemens-Martin-Ofen, durchgeführt werden. Die teilweise Widerstandserhitzung des Schmelzgutes erfolgt durch in der Wärme leitende Schichten des Ofenfutters, die derartig zusammengesetzt sind, daß keine verunreinigenden Bestandteile an den Stahl abgegeben werden, der Strom zur Speisung der Widerstandserhitzung wird von demselben Transformator mittels einer getrennt aufgesetzten Sekundärspule erhalten. — Am meisten elektrische Arbeit wird bei dem Erschmelzen von Roheisen oder Stahl direkt aus dem Erz und einem Reduktionsmittel gebraucht, nämlich etwa 2500 KW.St. für 1 t Eisen, da neben der Schmelzwärme hier auch die Reduktionswärme vom Ofen zu liefern ist, am wenigsten (etwa 200 KW.St. für 1 t Stahl) wird bei der Stahldarstellung bzw. Nachraffination im Anschluß an den Konverter oder den Siemens-Martin-Ofen gebraucht. — Bis jetzt insgesamt mindestens 17 Induktionsöfen im Betrieb.

Maschinelle Einrichtungen für das Eisenhüttenwesen.

Von Dr. Frölich. (Z. d. V. D. I., 2. Nov. 1907, S. 1727.)* Gießwagen und Gießkrane für Stahlwerke. Einzelheiten von Stopfenhebevorrichtungen. Zwei Arten Gießwagen: 1. Pfanne hat außer der Fahrbewegung des Wagens nur eine dazu rechtwinklige Bewegung, die nicht über die Breite des Wagens hinausgeht;

Gießgrube zwischen den Schienen. Preis ca. M. 12000 bis 20000. 2. Pfanne auf einem Ausleger angebracht, der sich um eine auf dem Wagen angebrachte senkrechte Achse dreht; Gießgrube auch zu beiden Seiten der Schienen. Preis ca. M. 60000. Kippbewegung in beiden Fällen vorhanden. Zu 1. Ausführung Benrath: Pfanne in einer Katze aufgehangen, die senkrecht zur Fahrtrichtung des Wagens bewegt wird; nur für letztere Bewegung ein Motor, andere durch Hand bewirkt. — 12 t-Gießwagen derselben Firma mit völlig elektrischem Antrieb; zwei Motoren, von denen einer das Kippen besorgt. — 25 t-Gießwagen von L. Steckenholz in Form eines Portalkranes mit drei Motoren für drei Bewegungen. — Gießwagen mit Dampf- und Preßwasserantrieb für 20 t Inhalt; neue gedrängte Form.

Dampf-Preßwasser-Gießwagen der Duisburger Maschinenbau-Akt.-Ges., vormals Bechem & Keetmann: Unterwagen mit Kessel und Dampfmaschine für Kippen und Verschieben der Pfanne sowie Schwenken des Auslegers; Pfanne für 15 t, Wagengewicht 92 t. — Gießwagen mit völlig elektrischem Antrieb von Tigler: Unterwagen durch Motor und Vorgelege angetrieben; Pfanne für 30 t, Wagen für 75 t, für Verschieben und Kippen der Pfanne ein gemeinsamer Motor mit Wendegetrieben; Schwenken durch besonderen Motor mit Schnecken- und Winkelradübersetzung; Fahrt 30 m pro Min., Verschieben der Pfanne 6 bis 8 m pro Min., Kippen 180° in 30 Sek., Schwenken 360° in 40 bis 50 Sek., Heben 1,5 m pro Min., Hubbewegung durch Drehen von zwei Muttern, die sich an zwei Spindeln auf- und abschrauben. Gießwagen der Benrather Maschinenfabrik mit Antrieb durch Elektrizität und Preßwasser; zweiachsiger Wagen, dessen eine Achse durch zwei Motoren angetrieben wird, während die andere durch ein Drehgestell ersetzt ist. Fahrt 80 bis 90 m pro Min., Reihenparallelschaltung; Motor für Schwenken im Untergestell; Königssäule aus geschmiedetem Stahl mit kleiner Bohrung für die elektrischen Leitungen, darüber hohle Stahlgußsäule als Preßwasserzylinder gestülpt, welche gedreht wird, darüber eine zweite Zylindersäule, die gehoben wird; je ein Motor für Verschieben und Kippen der Pfanne, ein Motor für die Preßwasserpumpen, so daß im ganzen fünf Motoren vorhanden sind.

Turbogebläse, Bauart Brown-Boveri-Rateau von 750 PS. Von K. Rummel. (Z. d. V. D. I., 23. Nov. 1907, S. 1845.)* Leistung 1000 cbm pro Min. angesaugte und auf 2 Atm. gepreßte Luft; zum Betrieb eines Kuppelofens für 1100 bis 1200 cbm Eisen pro Min. Dampfturbine mit Ventilator gekuppelt, 2600 Umdr. pro Min. normal, 3205 maximal. Raddurchmesser 1300, Umfangsgeschwindigkeit 177 bis 218 m pro Sek. Stahlguß von 40 bis 55 kg Festigkeit und 18% Dehnung, Gewicht 245 kg; Ausrichten bei kritischer Drehzahl. Ansaugekanal spiralig gewunden, mit allmählicher Erweiterung aus dem Maschinenhaus geführt zur Vermeidung von Geräusch und Ansaugewiderständen. Axiale Spaltbreite 2,5 mm. Drei Lager, von denen die beiden äußeren Kammlager sind. Gegenstrommischkondensator:

Kühlwassertemperatur	10	15	20	25	30	35° C
Vakuum	94	93	91	89	87	85%
Wasserverbrauch . .	23	25	27	30	32	38 kg pro 1 kg Dampf.

Der Abdampf, dem Wasser entgegengespritzt wird, strömt in einen Kessel, in dem ihm durch Siebe Wasser entgegenrieselt; die letzten Reste gehen zur Naßluftpumpe und werden kurz vor dem Eintritt in diese durch Wasser kondensiert, das durch eine Streudüse entgegengespritzt wird. Automatische Regulierung des Wasserstandes im Kessel. — Regulierung auf gleichbleibende Windmenge pro Zeiteinheit: die Geschwindigkeitsänderungen werden in Druckänderungen umgesetzt, welche den Regulator beeinflussen; eine Änderung von 18 m pro Sek. in der Leitung ruft einen Druckunterschied von 2 m Wassersäule hervor. Der Druckverlust beträgt dabei 10 bis 11 mm. — Tabelle mit Versuchsergebnissen: Dampfverbrauch 8,89 bis 11,6 kg pro PSe-St. bei 9,5 bis 3,75 Atm. Eintrittsspannung, 228 resp. 209° C und 88,5 bis 89% Vakuum. Windmenge durch Ausblasen aus einer Düse gemessen, vor und hinter welche der Druck gemessen wird; 600 bis 1100 cbm pro Min. Schaulinien der Abhängigkeit der Fördermengen von der Windpressung bei veränderlicher Geschwindigkeit. Die Druckdiagramme verlaufen bei Turbogebläsen viel schwankungsfreier als bei Kapselgebläsen. Berechnung des Wirkungsgrades aus der Temperaturerhöhung durch die Kompression, $\eta = 67$ bis 79%.

G. Bahnbetrieb und -unterhaltung, Verkehrswesen.

The Municipal Tramways Association sixth Annual Conference held at Manchester. (The Tramway and Railway World, 3. Okt. 1907, S. 296.)* Wiedergabe der Vorträge und Erörterungen auf der Versammlung; Vorträge: Bericht des Vorsitzenden (Mc Elroy) über städtische Betriebe; Untergestelle mit großem Achsstand (Oceland), Arbeitszeit und Gehälter des Fahrpersonals (Baker); Organisation und Verwaltung (Dalrymple); Riffelbildung auf Schienen (Fell). Aus dem letzteren Bericht sind folgende Stellen bemerkenswert: Als wahrscheinliche Ursachen der Riffelbildung seien zu bezeichnen:

1. Die Unebenheit der Schienen, herrührend vom Walzprozeß.
2. Kaltes Walzen durch die Wagenräder.
3. Weiche Schienen und schwere Wagen.
4. Sand und Schmutz auf der Schienenoberfläche.
5. Schlechte Schienenstöße.
6. Zu große oder zu kleine Spurweiten der Wagen oder Gleise.
7. Lose oder federnde Schienen.
8. Schadhafte Untergestelle, die nicht mehr rechteckig sind.
9. Gleiten der Räder in Kurven.
10. Räder von ungleichem Durchmesser.
11. Flachstellen auf den Rädern.
12. Rasche Beschleunigung und Verzögerung, die Gleiten der Räder verursachen.
13. Schlechte Beschaffenheit der Bremse.

Ein Reihe Versuche zur Beseitigung der Riffeln, bzw. zur Verhinderung ihres Entstehens, wurden angestellt, doch hatte keiner einen unzweifelhaften Erfolg. Als Abwehrmittel schlägt Fell vor:

1. Verankerung der Schienen in Abständen von mindestens 230 mm.
2. Ein Hartholzblock sollte zwischen Anker und Schienenfuß angebracht werden.
3. Sorgfältige Verbindung der Stöße und Abfeilen derselben.
4. Die Schienen sollen vermittelst eines Sprengwagens, an dem ebene Karborundumblöcke angebracht sind, vor Inbetriebnahme eben geschliffen werden. (Wird als besonders erfolgreiches Verfahren geschildert.)

5. Sobald sich die geringsten Spuren von Riffeln zeigen, sollen die Schienen wie unter 4. behandelt werden.

6. Einführung von Aufläufen bei Außenschienen von Kurven.

7. Solid konstruierte Untergestelle, die in scharfen Kurven nicht aus dem Winkel gehen.

8. Die Durchmesser der Räder sollen möglichst genau gleich sein.

9. Einzelantrieb der Wagenräder oder Einführung von Differentialgetriebe.

10. Gebrauch von ununterbrochen wirkenden Sandstreuvorrichtungen.

11. Gebrauch von magnetischen Schienenbremsen.

Von Interesse dürfte noch die Feststellung sein, daß auch auf Hartstahlschienen (Manganstahl) Riffeln bemerkt wurden.

Assessment of Electricity and Tramway Undertakings. By J. C. Snell, M. Inst. C. E. (Elect. Enging., 12. Dez. 1907.) Der Verfasser gibt u. a. folgende Lebensdauer für die verschiedenen Teile einer elektrischen Bahnanlage an, welche für die Besteuerung der Anlage als maßgebend angesehen werden können:

	Lebensdauer in Jahren
Schienen und Schienenverbindungen	12
Weichen und Kreuzungen	3 bis 6
Gräben und Einbetonierungen	30
Holzpflasterungen	7
Granitpflasterungen	16
Masten und Mastenarme	20
Fahrdraht samt Zubehör	8
Kabel, je nach Verlegung	15 bis 25
Kabelgräben, Schaltergehäuse und buchsen	60
Sektionsschalter	30
Gebäude und Schuppen	60
Wagenkasten	15
Drehgestelle (Rahmen)	20
Motoren und elektrische Wagenausrüstung	20
Werkzeuge und Geräte	10
Maschinelle Einrichtung (Kraft- und Unterwerk)	20 bis 25

Die Verbreitung der einphasigen Wechselstrombahnen. (Z. d. V. D. I., 27. Nov. 1907, S. 1404 u. ff.) Zusammenstellung der in den europäischen Ländern und den Vereinigten Staaten von Nordamerika bestehenden elektrischen Bahnen mit Wechselstrom; Angabe über Länge, Spannung am Motor, im Fahrdraht und Speiseleitung, Zahl und Stärke der Motoren, Fahrgeschwindigkeit, Bemerkungen über Stromabnehmer. In Europa 19, in Amerika 18 Bahnen.

J. Allgemeines.

The Reluctance of the Air Tap in Dynamo Machines. (Elect. Enging., 19. Dez. 1907.) Vortrag, gehalten vor dem Inst. of El. Eng. (Manchester) von F. Wall. Der Verfasser berichtet über Versuche im Elektrotechnischen Institut Karlsruhe zur Ermittlung des magnetischen Widerstandes im Luftspalt von Dynamomaschinen. Es wurden zwei Probeblechpakete von rechteckigem Querschnitt, mit einseitiger Verzahnung und verschiedenen Zahnprofilen als Anker- und Polbleche verwendet und die Feldverteilung bei veränderlichem Luftspalt und Eiseninduktion mit Hilfe eines ballistischen Galvanometers und einer um das Probestück herumgelegten Meßschleife untersucht und die Kurven der Feldverteilung aufgenommen.

Die Polbleche waren mit Erregerspulen versehen. Die Versuche erstreckten sich auf: a) gezahnte Polbleche und glatte Ankerbleche, b) gezahnte Anker-, glatte Polbleche, c) gezahnte Anker- und Polbleche. Die aufgenommenen Feldkurven zeigten durchwegs an den Zahnflanken einen zackenförmigen Anstieg der Felddichte, namentlich bei hoher Induktion, kleinem Luftspalt und schmalen Zähnen. Bei Vergrößerung des Luftspalts und der Zahnbreite wird die Kurvenform der Feldverteilung bedeutend abgerundeter, wobei die Amplitude (Unterschied der Kraftliniendichte zwischen Zahn und Nut) der Wellenform stark abnimmt. Die Zahl der erforderlichen A-W. bei gezahntem Anker im Vergleich mit glattem Anker wird durch die Verhältniszahl k_1 der mittleren zur maximalen Eiseninduktion im Luftraum dargestellt.

Nach Arnold ist $k_1 = \frac{t_1}{\varepsilon_1 + x \times \delta}$, worin t_1 Nutenteilung, ε_1 Zahnbreite, δ Luftspaltdurchmesser, x ein vom Verhältnis $\frac{\text{Zahnbreite}}{\text{Luftspalt}}$ abhängiger Faktor ist.

Der Faktor x konnte aus den aufgenommenen Kurven graphisch ermittelt werden, woraus sich k_1 berechnet. Einige dieser Werte sind nachstehend wiedergegeben:

Nutenbreite / Luftspalt	k_1	x	δ (mm)	$B_{\varepsilon m}$ [1])
1,99	1,15	1,49	7,3	15000
2,83	1,26	1,88	5,3	13500
2,83	1,28	1,60	5,3	6600
6,73	1,55	2,8	2,3	5000

[1]) Mittlere Zahninduktion per qcm.

Die Abhängigkeit des magnetischen Widerstandes von den Nutendimensionen kann andererseits auch durch den Betrag an Kraftlinien definiert werden, welche von den Zahnflanken in den Luftraum übergehen, oder um welche die Zahnbreite vergrößert werden müßte, um den gesamten Fluß zu ergeben; dieser Wert wird durch den sog. Carter-Koeffizienten A dargestellt und zeigten die rechnerischen und graphisch ermittelten Werte von A eine gute Übereinstimmung.

Der Verfasser zeigt zum Schlusse, in welcher Weise die Kurvenform der Feldverteilung bei gezahnten Pol- und Ankerblechen durch graphische Zusammensetzung der beiden Kurven für glatte Pol-, bzw. glatte Ankerbleche bei gezahnten Gegenstücken in einfacher Weise erhalten wird.

Essais ayant pour but l'identification des balais de charbon pour Dynamos. (Bull. de la soc. intern. des Electriciens 1907, p. 433 bis 477.) Die Untersuchung hatte der Hauptsache nach den Zweck, zu konstatieren, ob die elektrischen und mechanischen Eigenschaften der verschiedenen Kohlensorten einigermaßen konstant, oder von einem Stück zum anderen großen Schwankungen unterworfen sind.

Es wurde untersucht: Die Dichte des Materials ($\cong 1{,}5$), die Porosität, die Zugfestigkeit $\left(0{,}1 - 2{,}0 \frac{\text{kg}}{\text{qmm}}\right)$, die Druckfestigkeit $\left(2 - 9 \frac{\text{kg}}{\text{qmm}}\right)$, Abnutzung, Verhalten als Elektrode in elektrolytischen Bädern, Temperaturkoeffizient ($\alpha = -0{,}0008$ bis $\alpha = -0{,}0008$), der Kontaktübergangskoeffizient und die Reibung.

Herausgegeben von Professor Dr. Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN
CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:
Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A. Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GORGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KOTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; C. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VUESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **14. April 1908.** **Heft 11.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9,60. Im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die vierge-spaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36-maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Die Hochspannungsprüfanlagen der Kabelfabrik der Siemens-Schuckertwerke, Nonnendamm. Von Leo Lichtenstein, Berlin. S. 205.

Die 15000 Volt-Wechselstrombahn Seebach—Wettingen. Von Ing. S. Herzog. S. 212.

Kleine Nachrichten. S. 218. Allgemeines: Der Werdegang der Elektrotechnik. — Lager-Weißmetall. — Zuschriften an den Herausgeber: Zuschriften von Dipl.-Ing. Julius Gerstle und Ing. W. Heym.

Neue Bücher. S. 221. — **Zeitschriftenschau.** S. 221.

Die Hochspannungsprüfanlagen der Kabelfabrik der Siemens-Schuckertwerke, Nonnendamm.

Von **Leo Lichtenstein**, Berlin.

Eine für die Entwicklung der modernen Elektrotechnik besonders charakteristische Erscheinung ist die stetige Erhöhung der Betriebsspannung. Anlagen über 60000 Volt Drehstrom sind in Amerika seit längerer Zeit schon keine Seltenheit mehr. Aber auch in Europa, besonders in Italien und in Deutschland, ist man in der neuesten Zeit zur Anwendung von Spannungen übergegangen, die man lange für übertrieben hoch, wenn nicht ganz undurchführbar, hielt. Ich erinnere nur an die Anlage für 50000 Volt Drehstrom in München. Es unterliegt keinem Zweifel, daß dieses Beispiel auch anderorts Nachahmung finden wird und daß bald Arbeitsübertragungen für 50000 Volt und darüber auch in Europa sich so häufen werden, wie drüben jenseits des Ozeans.

Mit dem Aufkommen der extrem hohen Spannungen erwachsen nun der Elektrotechnik zahlreiche neue Aufgaben. Es gilt, die Transformatoren für Hunderte, ja Tausende von KW für 60000 Volt und darüber zu konstruieren, es gilt, die Arbeit bei dieser Spannung betriebssicher auf weite Entfernungen zu übertragen. Porzellan-Isolatoren für Höchstspannungen sind zu schaffen, es ist das schwierige Problem des Schutzes gegen Blitz- und Überspannungsgefahr zu lösen.

Wenn von Übertragungen für hohe Spannungen die Rede ist, so denkt man zunächst nur an die Freileitungen. Tatsächlich sind selbst in Amerika bei Überlandkraftwerken u. dgl. zur Zeit fast ausschließlich Freileitungen im Gebrauch. Mit Hochspannungskabeln ist man eben noch lange nicht so weit. Die Zeiten sind noch in frischer Erinnerung, wo man das erste 10000 Volt Kabel verlegt hatte, und es wird damals nicht wenig Schwarzseher gegeben haben, die an die Lebensfähigkeit der neuen Gebilde nicht recht glaubten. Nun, die Zeit steht nicht still, Kabel für 10000 bis 15000 Volt sind heute ein normales Konstruktionselement geworden. Doch die Anforderungen der fortschreitenden Industrie reichen weit, und die Kabeltechnik wird nicht umhin können, Kabel für beträchtlich höhere Spannungen zu schaffen. In manchen Fällen ist die Anordnung von Freileitungen mit großen Kosten verbunden oder ganz undurchführbar, so bei Bahnübergängen, in dem Weichbild der Städte usw. In solchen Fällen wird die Ausführbarkeit der ganzen Anlage nicht zuletzt davon abhängen, ob Kabel für die gewünschten Betriebsverhältnisse zu beschaffen sind oder nicht.

Seit Jahren beschäftigt sich denn auch die Kabeltechnik mit dem Problem, ein brauchbares betriebssicheres Höchstspannungskabel zu erzeugen. Dreileiterkabel für 20000 Volt Betriebsspannung sind in letzter Zeit wiederholt verlegt worden und treten in den Preislisten häufig als normale Fabrikate auf. Nach Überzeugung Vieler liegen Kabel für 35000 bis 40000 Volt Drehstrom schon jetzt durchaus im Bereich der Möglichkeit. Wohlbemerkt ist hier von Dreileiterkabeln die Rede; daß man mit einem System von Einfachkabeln bei sorgfältiger Isolierung der Anlage so hoch kommen kann, ist selbstverständlich.

Der Zweck dieser Arbeit soll nun sein, über die technischen Fortschritte, die von der Kabelfabrik der Siemens-Schuckertwerke, Berlin-Nonnendamm, im Laufe der letzten Jahre erreicht worden sind, einen zusammenhängenden Bericht zu erstatten. Die vorliegende erste Mitteilung ist der Beschreibung der von den Siemens-

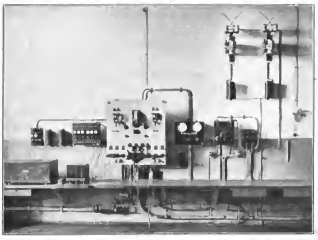


Fig. 224. Ansicht der Schalteinrichtungen des Hochspannungs-Laboratoriums der S. S. W.

Schuckertwerken für das Studium der Hochspannungserscheinungen geschaffenen Laboratoriums- und Prüfeinrichtungen gewidmet.

Die erste Folge der Erhöhung der Betriebsspannung ist die entsprechende Erhöhung der Grenzspannung der benutzten Isolierstoffe. Hält man an einer sechsfachen Sicherheit fest, so kommt man bei 35000 Volt Kabeln bereits auf 210000 Volt, bei 40000 Volt Betriebsspannung sogar auf 240000 Volt. Die Zahl 6 als Betriebssicherheit stellt nun natürlich an sich keine Konstante dar. Bei Kabeln für 10000 Volt erreicht man mit Leichtigkeit eine 10 bis 13fache Sicherheit, bei den extrem hohen Betriebsspannungen wird man sich vielleicht mit einer Sicherheitszahl unter 6 begnügen müssen. In jedem Falle werden sich die Durchschlagsspannungen in den Grenzen von 200000 bis 300000 Volt bewegen. Neben der Spannung ist aber auch die verfügbare Leistung von Bedeutung. Bei großer verfügbarer Leistung ist der Durchschlag nachhaltiger, man möchte sagen gründlicher und tritt nicht selten früher als bei kleiner Leistung ein.

Diese Erwägungen waren es vornehmlich, die die Siemens-Schuckertwerke bei der Projektierung ihrer neuen Hochspannungseinrichtungen geleitet hatten. Um bei den höchsten zu erwartenden Spannungen mit ausreichender elektrischer Energie arbeiten zu können, ist zunächst ein 400000 Volt Transformator für 400 KVA Wechselstrom und 50 Perioden geschaffen worden.

Nach dem Grundsatz, daß jedes Maschinenelement mit der Stromart zu prüfen sei, mit der es später betrieben wird, würde für Untersuchungen von Dreileiterkabeln ein Drehstromtransformator geeigneter sein. Bei 400000 Volt würde dieser mit Rücksicht auf die erforderliche Isolation aus 3 Einzeltransformatoren bestehen müssen; die Leitungsführung, die Schaltung und die ganze Disposition der Anlage würden dann große Schwierigkeiten bereiten. Aus diesen Gründen hat man von der Durchführung einer Drehstromanlage für 400000 Volt Abstand genommen.

Um die in der Fabrik untersuchten Normalfabrikate mit der ihnen zukommenden Stromart prüfen zu können, ist neben der 400000 Volt Anlage für Wechselstrom eine Anlage für 80000 Volt Drehstrom geschaffen worden. Diese leistet dauernd 200 KVA bei 50 Perioden. Daneben verfügen die Werke über eine Anlage für 20 KVA bei 40000 Volt Drehstrom und 50 Perioden, eine 20000 Volt Anlage für 20 KVA Wechselstrom zur Prüfung von Gummiadern, eine Prüfanlage für Hartgummi-Fabrikate von 10000 Volt 5 KVA, eine Gleichstromanlage für 800 Volt usw. Für die Prüfung verlegter Kabel verfügen die Werke über eine Reihe von Reisetransformatoren.

Wir beginnen mit der Beschreibung der 400000 Volt Anlage des eigentlichen Hochspannungs-Laboratoriums. Hier werden die meisten Hochspannungsuntersuchungen und Durchschläge ausgeführt, wogegen die 3×80000 Volt Anlage in erster Linie für die normalen Hochspannungs-Prüfungen bestimmt ist.

Jede Fabrikationslänge fertigen Kabels wird je nach der besonderen Vorschrift mit der doppelten oder dreifachen Betriebsspannung geprüft. Außerdem werden von jeder Lieferung, oft von jeder Kabellänge kurze Stücke durchgeschlagen. Handelt es sich um Kabel, deren Konstruktion in irgend einer Hinsicht von der normalen abweicht, so wird streng an der letzteren Praxis festgehalten. Die regelmäßigen Durchschlagsproben bilden eine sehr wirksame Kontrolle der Fabrikation. Diese Durchschläge werden also, wie gesagt in der 400000 Volt-Anlage vorgenommen, für die gewöhnlichen Spannungsproben dient die 3×80000 Volt Anlage.

Fig. 224 und 225 stellen das Innere des Hochspannung-Laboratoriums, Fig. 226 und 227 das Schaltungsschema des Transformators und der Schalttafel dar. Bei dem Bau des Transformators handelte es sich zunächst darum, für die Endausführungen geeignete Konstruktion zu finden. Diese Aufgabe ist von Herrn R. Nagel, Ingenieur der Siemens-Schuckertwerke, in vollkommener Weise gelöst worden. Näheres darüber findet man in einem Aufsatz von Herrn Nagel in der Zeitschrift für elektrische Bahnen, Jahrg. 1906, Heft 15. S. 275 u. ff. (Siehe auch E.T.Z. 1907.) An dieser Stelle mag folgende kurze Beschreibung genügen. Die Transformatorsäulen

Fig. 225. Ansicht des 400000 Volt-Transformators.

bestehen aus einer Reihe ineinandergeschobener Metallzylinder, die durch Mikanitröhren voneinander isoliert sind. Nach außen zu werden die Metalleinlagen immer kürzer, die Abstufung befolgt ein wohlbestimmtes Gesetz. Hierdurch wird zunächst dem Dielektrikum ein

praktisch gleichmäßig verteiltes elektrisches Feld aufgezwungen und die Beanspruchung des Isolierstoffes heruntergesetzt. Gleichzeitig wird die Stromüberleitung in günstiger Weise beeinflußt. Auch bei den höchsten Spannungen arbeiten die Klemmen völlig anstandslos, sie zeigen weder Lichterscheinungen, noch Summen u. dgl. Dies alles wird durch geeignete Dimensionierung der Metalleinlagen erreicht. Eine Verbindung dieser mit passenden Punkten der Oberspannungswicklung ist, wie die Versuche gezeigt haben, nicht erforderlich. Um jedoch die volle verfügbare Leistung auch bei Spannungen wesentlich unterhalb 400000 Volt ausnutzen zu können, sind, wie aus der Fig. 226 ersichtlich, einige Zwischenlagen mit geeigneten Punkten der Hochspannungswicklung leitend verbunden worden.

Wie aus Fig. 226 ersichtlich, besteht die Unterspannungswicklung aus 2, die Oberspannungswicklung aus vier Gruppen von Spulen, die parallel oder hintereinander geschaltet werden können. Die Umschaltung der Oberspannungswicklung wird durch Umlegung der Verbindungsdrähte (s. Fig. 225 und 226), die der Unterspannungswicklung durch geeignete Umschalter bewirkt. Bis zu 200000 Volt können die Pole des Transformators nach Belieben geerdet werden, bei der beiderseitigen Hintereinanderschaltung sämtlicher Spulen, entsprechend 400000 Volt, muß jedoch der Mittelpunkt der Oberspannungswicklung geerdet werden.

Die Wicklungen werden höchstens mit 200000 Volt gegen Erde beansprucht. Um die Unterspannungsseite gegen das Auftreten der Hochspannung bei Überspannungen u. dgl. zu sichern, ist folgende Anordnung getroffen worden. Der Mittelpunkt der Unterspannungswicklung ist betriebsmäßig geerdet, in den beiden Zuleitungen zum Transformator sind Spannungssicherungen eingebaut worden. Diese Anordnung hat sich durchaus bewährt; die Spannungssicherungen sind wiederholt während der Spannungsproben in Funktion getreten. Um den Schutz der Unterspannungsseite gründlicher zu gestalten, sind außer den Spannungssicherungen 2 Überspannungsrelais der bekannten Dimaschen Konstruktion der Siemens-Schuckertwerke eingebaut worden. Näheres über die Bauart findet man in in einer Arbeit von Herrn A. Dina in der E.T.Z. 1905, Heft 21, S. 485.

Wie aus Fig. 225 ersichtlich, ist auf den Säulen des Transformators eine einstellbare Funkenstrecke befestigt. Sie hat in erster Linie das Auftreten von Überspannungen anzuzeigen und gestattet, aus der Funkenlänge den Schluß auf ihre Größe zu ziehen.

Der 400000 Volt Transformator wird von einem in dem Kraftwerk befindlichen Wechselstromgenerator für 50 Perioden gespeist. Zur Messung der Periodenzahl dient ein Frequenzmesser von Hartmann & Braun mit Resonanzzungen. Strom und Spannung werden auf der Unterspannungsseite gemessen. Zu der Oberspannung wird dann mit Hilfe der eigens dazu angefertigten Tabelle übergegangen. Da es sich in der Regel nur um die Prüfung kurzer Kabelstücke u. dgl. handelt, so kann meistens der Einfluß der Streuung vernachlässigt werden.

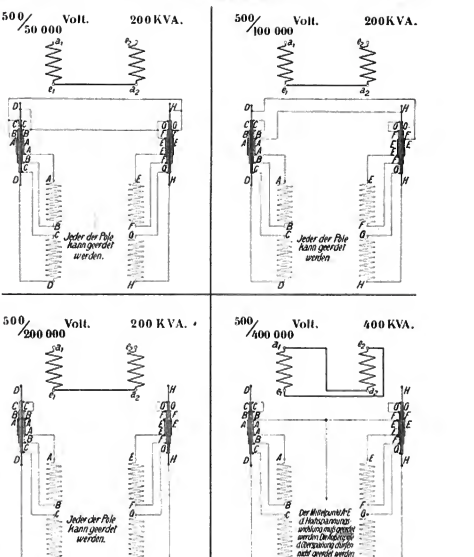


Fig. 226. Schaltungsschema des 400000 Volt-Transformators.

Um die Spannung auf die gewünschte Höhe einzustellen, ist in den Erregerkreis des Generators ein fahrbarer Regulierwiderstand eingebaut worden. Dieser ist als dreistufiger Kegler ausgebildet und gestattet eine äußerst feinstufige Spannungsregulierung.

Zur Sicherung der Anlage für den Fall eines Kurzschlusses ist in den Unterspannungskreis ein Maximalautomat für 200 Amp. eingebaut worden. Soll der Strom im normalen Betriebe diese Grenze überschreiten, was allerdings nur selten vorkommt, so wird parallel zu den Spulen ein passender Nebenschluß gelegt. In dieser Weise läßt sich der Automat bis auf etwa 300 Amp. überlasten.

Bei der Projektierung des Hochspannungslaboratoriums war man besonders darauf bedacht, für die mit der Hochspannung beschäftigten Personen nach Möglichkeit jede Gefahr auszuschließen. Als Vorbild diente die Hochspannungsanlage im Charlottenburger Versuchsfeld der Siemens-Schuckertwerke. Wie dort, ist der eigentliche Arbeitsraum, in dem der Transformator und die zu prüfenden Gegenstände sich befinden, von dem Aufent-

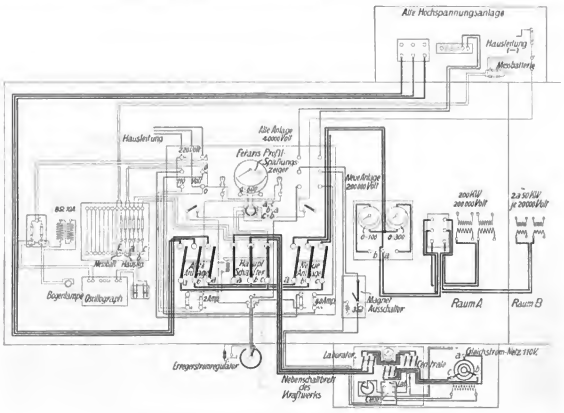


Fig. 227. Schaltungsschema der Schalttafel im Hochspannungs-Laboratorium.

haltsort der mit Hochspannung beschäftigten Personen durch eine zum Teil umgitterte Holzwand mit Glasfenstern getrennt. Der Arbeitsraum enthält sämtliche Instrumente, Schalt- und Regulierreinrichtungen. Beobachtet wird durch die Glaswand hindurch. Die nach außen führenden Glasfenster sind mit schweren Vorhängen versehen, um feinere Lichterscheinungen nach Bedarf im verdunkelten Raum beobachten zu können. Zwei zweckmäßig angebrachte Liliputbogenlampen liefern das nötige Licht.

Um das Betreten des Transformatorraumes unter Spannung unmöglich zu machen, ist folgende Anordnung getroffen. In dem Unterspannungskreis ist hinter dem Maximalautomaten noch ein Ausschalter besonderer Konstruktion eingebaut (s. Fig. 224 und 227). Der Schalthebel ist durch Gegengewichte derart ausbalanziert, daß die Schaltmesser nur dann in der Einschaltstellung festgehalten werden können, wenn die aus der Fig. 224 ersichtlichen Spulen stromdurchflossen sind. Öffnet man die nach dem Transformatorenraum führende Tür, so wird gleichzeitig der Spulenstromkreis (220 Volt Gleichstrom) und damit auch der Unterspannungskreis unterbrochen.

Fig. 228. Kabelprüfraum für 80 000 Volt Drehstrom.

Um die Anlage rasch außer Spannung setzen zu können, sind in dem Spulenstromkreis an geeigneten Stellen kleine Druckknopfschalter eingeschaltet. Ein Fingerdruck genügt, um den Unterspannungskreis zu unterbrechen. Fig. 224 und 225 geben den Blick auf die Schalttafel und den 400 000 Volt Transformator. Auf der ersten bemerkt man neben den Meß- und Schalt-Instrumenten oben rechts die beiden Dinasehen Blitzschutzrelais, links auf dem Wandtisch einen Oszillographen der bekannten Konstruktion der Siemens-Schuckertwerke. Die Stromleitungen sind als Kabel- und als Panzerleitungen ausgebildet. Entsprechend dem ganzen Charakter der Anlage als eines Laboratoriums, in dem oft mit provisorischen Anordnungen gearbeitet werden muß, war man in erster Linie darauf bedacht, kräftige und sichere Konstruktionen zu schaffen. Auf die äußere Ausstattung hatte man dagegen weniger Gewicht gelegt. Daher sind auch alle Kabelleitungen, Muffen u. dgl. nach außen hin sichtbar gelassen worden, daher fehlt eine gemeinsame große Schalttafel.

Außer dem 400 000 Volt Transformator birgt die Anlage noch einen Spiegeldynamometer für Kapazitätsmessungen, worüber noch weiter unten die Rede sein wird, und einen Transformator für $\frac{550 \text{ Volt}}{50 \text{ Volt}}$ 70 Amp. und etwa 770 Amp. Drehstrom bei 50 Perioden.

Dieser Transformator wird für Strombelastungsproben u. dgl. benutzt.

Für Erwärmungsversuche mit Gleichstrom dient eine Hochstrommaschine für 6 Volt 1000 Amp. Diese ist in einem Nachbarraume untergebracht.

Damit verlassen wir das Hochspannungslaboratorium und wenden uns der Beschreibung der Anlage für 80000 Volt Drehstrom zu.

In dieser werden, wie bereits erwähnt, normale Kabelprüfungen ausgeführt. Um eine größere Anzahl fertiger Kabeltrommeln gleichzeitig prüfen und diese bequem ein- An die vierte Zelle ist die 40000 Volt Drehstromanlage angebaut. Während die Zellen 1, 2 und 3 von der 80000 Volt Anlage gespeist werden, sind die Zellen 2, 3 und 4 an die 40000 Volt Leitung angeschlossen. Die Arbeitsfelder 2 und 3 können also nach Belieben mit 40000 oder 80000 Volt betrieben werden.

Die maschinellen Einrichtungen der 80000 Volt Anlage bestehen aus einem Nebenschlußmotor für 220 Volt, 1000 Umdr./Min., 80 PS, einem mit diesem direkt

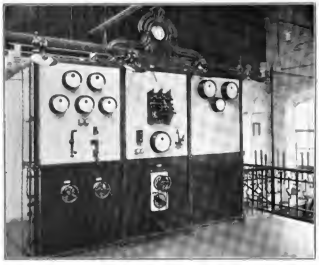


Fig. 229. Schalttafel der 80000 Volt-Anlage.

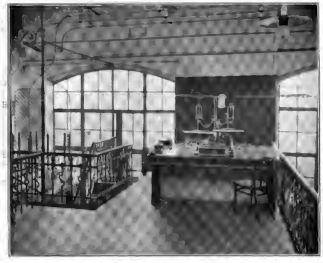


Fig. 230. Ansicht des Meßraumes.

Fig. 231. Blick auf den Meßtisch.

Fig. 232. Maschinenraum der 80000 Volt-Anlage.

und ausfahren zu können, hat man folgende Anordnung getroffen: Die Anlage besteht aus dem erhöhten Meßraum mit der Schalttafel und dem Meßtisch und vier Zellen für die Aufnahme der zu prüfenden Kabel. Unter dem Podium sind die den Strom liefernden Maschinen und der Transformator aufgestellt. (Siehe Fig. 228 bis 232).

Von dem Meßraum aus kann man bequem die Arbeitsfelder überschauen. Während einige davon unter Spannung stehen, wird in den anderen gearbeitet, Kabeltrommeln ein- und ausgefahren, die Endausführungen zurecht gemacht usw. Natürlich sind alle Vorkehrungen getroffen, um diese Arbeit völlig gefahrlos zu gestalten.

gekuppelten Drehstromgenerator für 100 KVA. bei 220 Volt 50 Perioden und einem Drehstromtransformator für $\frac{220 \text{ Volt}}{80000 \text{ Volt}}$, 50 Perioden, 100 KVA. Der Motor ist mit Wendepolen ausgerüstet, die Ankerwickelung kann nach Bedarf auch an 110 Volt gelegt werden, wodurch die Umdrehungszahl auf die Hälfte herabgesetzt wird. Da auch die Felderregung in weiten Grenzen regulierbar ist, so lassen sich alle Periodenzahlen zwischen 25 und 55 Perioden einstellen. Die Erregerwicklung des Generators wird nach Bedarf mit 110 Volt oder 220 Volt gespeist. Ein vielstufiger Erregerstrom-Generator gestattet, jede Spannung zwischen 10 und 220 Volt einzustellen. Die

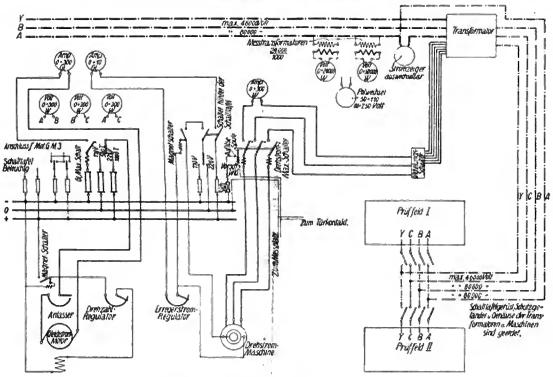


Fig. 233. Schaltungsschema der 80 000 Volt-Anlage.

Periodenzahl wird mit einem Frequenzmesser mit Resonanzzungen von Hartmann & Braun gemessen. Dieser zeigt richtig bei jeder Spannung zwischen 50 und 250 Volt. Der von dem Generator gelieferte Strom wird über einen Maximalautomaten und einen Wicklungsschalter dem

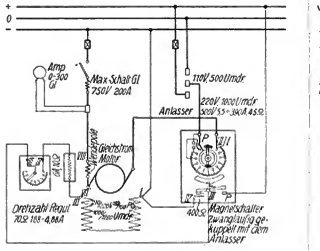


Fig. 234. Schaltungsschema des 80 PS Antriebmotors.

Transformator zugeführt. Dieser ist sowohl primär als auch sekundär umschaltbar eingerichtet und liefert dementsprechend bei voller Leistung nach Bedarf 20, 40 und 80 Kilovolt. Die Unter- wie die Oberspannungsseite des Transformators sind im Stern geschaltet. Der Nullpunkt der Unterspannungsseite ist dauernd geerdet. Wie aus der Fig. 229 ersichtlich, ist der Transformator mit starken aus Mikanit und Porzellan hergestellten Hochspannungsklemmen ausgerüstet. Bei der Abnahme ist die Hochspannungswickelung mit 160 000 Volt gegen Niederspannung und Gestell geprüft worden. Das Schaltsystem ist auf den Fig. 233 bis 236 wiedergegeben.

Die Schalttafel ist oben auf dem Podium aufgestellt. Der Anlasser und sämtliche Regulierwiderstände werden von oben aus betätigt. Der Widerstand zur Regulierung der Spannung ist als Potenz-Regulator ausgebildet und wird von einem kleinen Hilfsmotor bedient. Drückt man

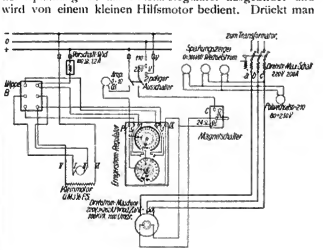


Fig. 235. Schaltungsschema der Drehstromseite.

den kleinen Hebel *B* herunter (s. Schaltskizze 235) so wird der Hilfsmotor angelassen und die Spannung allmählich erhöht. Der Druck nach der anderen Seite ändert die Drehrichtung in die entgegengesetzte und läßt die Spannung langsam sinken. In den äußersten Stellungen des Regulators wird der Hilfsmotor selbsttätig ausgeschaltet. Will man die Spannung schnell ändern, so dreht man das den Potenzregulator betätigende Rad mit der Hand (s. Fig. 229). — Um das Betreten des Raumes hinter der Schalttafel unter Spannung unmöglich zu machen, ist in

der dahin führenden Tür die Klinke mit dem Maximalautomaten elektrisch gekuppelt. Öffnet man die Tür, so fällt der Automat heraus. Um die Anlage nötigenfalls rasch außer Spannung setzen zu können, ist an dem Arbeitstisch an geeigneter Stelle ein Druckknopf ange-

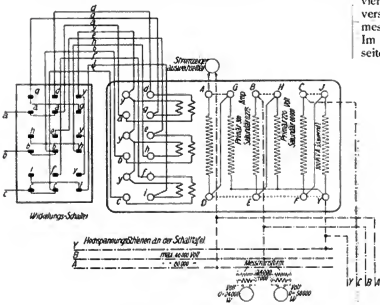


Fig. 236. Schaltungsschema des 80000 Volt-Transformators.

bracht. Von diesem geht eine Leitung zum Maximalautomaten. Ein Fingerdruck genügt, um den Automaten auszulösen.

Zur Messung der Hochspannung sind zwei Meßtransformatoren in Verbindung mit den bekannten Ferrarisspannungszeigern vorgesehen. Mit einem Satz Apparate können Spannungen bis 20000 Volt, mit dem anderen bis 50000 Volt gemessen werden. Steigt die verkettete Spannung über diesen Wert hinaus, so schaltet man den Meßtransformator zwischen eine Außenleitung und die Nullleitung und mißt so die Phasenspannung. Die Meßtransformatoren sind als Öltransformatoren ausgebildet und hinter der Schalttafel aufgestellt. Auf dieser selbst sind nur Instrumente für die Niederspannung befestigt. Außer den an die Meßtransformatoren angeschlossenen Spannungszeigern enthält die Schalttafel noch einen Drehstromzeiger und drei Drehstromspannungszeiger für die Niederspannung sowie die für den Motorbetrieb erforderlichen Instrumente. Auf der Fig. 229 bemerkt man auf der Schalttafel noch den Frequenzmesser, den Maximalautomaten und den Momentschalter für den Erregerkreis des Generators. Im Moment des Ausschaltens wird die Erregerwicklung selbsttätig kurz geschlossen, schädliche Überspannungen werden sich beim plötzlichen Ausschalten nicht ausbilden.

Um nach Belieben mit der verketteten oder der Phasenspannung arbeiten zu können, ist neben den Außenleitungen auch noch die Nulleitung ausgeführt worden. Die 4 Leitungen gehen an der Decke quer durch alle

Arbeitsfelder. Sie sind an den Dreifachrillenisolatoren, die am schmiedeisernen Gestell hängen, befestigt. Die Isolatoren sind mit 120000 Volt geprüft worden. In jedem Prüffeld zweigen von der Hauptleitung Arbeitsleitungen ab (s. Fig. 228 u. 229.) Diese gehen durch einen vierpoligen Ausschalter, der mit dem zugehörigen Türverschluß derart mechanisch gekuppelt ist, daß die Schaltmesser nur bei geschlossener Tür eingelegt werden können. Im offenen Zustande ist die untere, zugängliche Hebelseite kurzgeschlossen und geerdet. Alle diese Schalter

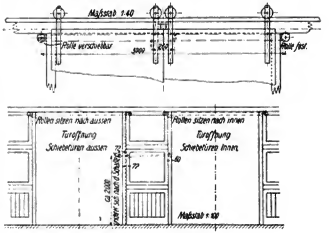


Fig. 237. Schema der Türverriegelung.

werden nur im stromlosen Zustande bedient. Aus der Fig. 237 und 238 sind die Einzelheiten der Türverriegelung schematisch dargestellt. Vor jedem Prüffeld, sowie vor dem Hochspannungslaboratorium sind rote Warnungslampen angebracht. Ihr Stromkreis wird beim Einschalten jedes Feldes mit geschlossen; brennen sie, so weiß jeder Außenstehende, daß Spannung im Raume ist.

Die mit »*A*« bezeichnete Hochspannungsleitung (s. Fig. 233) ist an einem sorgfältig isolierten Tischchen neben der Schalttafel unterbrochen. Zur Messung des

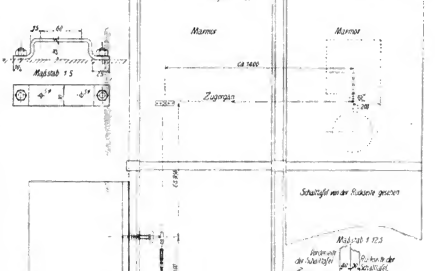


Fig. 238. Einzelheiten der Türverriegelung auf der Rückseite der Schalttafel.

Ladestromes wird nach Bedarf an dieser Stelle ein empfindlicher Stromzeiger in den Hochspannungskreis eingeschaltet.

Auf dem Podium befindet sich neben der Schalttafel ein Meßplatz (s. Fig. 230 und 231), an dem die üblichen Niederspannungsmessungen: Bestimmungen des Leiterwiderstandes, der Kabelisolation und der Gleichstrom-Kapazität ausgeführt werden. Von hier aus führen besondere Niederspannungsleitungen zu den einzelnen Prüfzellen. Der Meßplatz ist mit doppelter Skala versehen, das Spiegelgalvanometer wirft dementsprechend auf jede einen Lichtschein. Diese Einrichtung gestattet zwei Beobachtern zu gleicher Zeit Ablesungen zu machen, was bei Kabelabnahmen sich als vorteilhaft erweist. Der Meßplatz besteht im wesentlichen aus einer Doppelbrücke mit Kurbelwiderständen zur Messung kleiner Widerstände, einer Weaston-Kurbelmeßbrücke für große Widerstände, einem Vorschaltwiderstand von 100 000 Ohm, einem Normalglimmerkondensator und einem Spiegelgalvanometer.

Die $3 \times 80\,000$ Volt Prüfanlage ist von Herrn Kastalski, Ingenieur der Siemens-Schuckertwerke der auch die Bauleitung übernommen hatte, projektiert worden.

(Schluß folgt.)

Die 15 000 Volt-Wechselstrombahn Seebach—Wettingen.[1]

Von Ing. **S. Herzog.**

Aus früheren Veröffentlichungen sind die Entwicklungsstufen dieser Bahn zur Genüge bekannt. Wenn im nachstehenden auf dieselbe wieder zurückgegriffen wird, so ist die Ursache darin zu sehen, daß nunmehr diese Bahnanlage seit vier Monaten aus dem Probebetrieb in den Normalbetrieb übergegangen, bereits vor dieser Zeit sämtliche Teilanlagen der Bahn vollendet und das Rollmaterial derart vervollständigt ist, daß eine dem durchzuführenden Betriebe entsprechende Reserve vorhanden ist.

Bekanntlich war ursprünglich der Betrieb mit einfachem Wechselstrom von 50 Perioden durchgeführt worden; die erste Lokomotive war eine Wechselstrom-Gleichstrom-Umformerlokomotive. Im Laufe der Entwicklung und des abschnittweise vorgenommenen Ausbaues der Strecke ist das Kraftwerk für die Lieferung von Wechselstrom von 15 Perioden ausgebaut worden; an Stelle der Umformerlokomotive trat eine reine Wechselstromlokomotive, der sich zwei weitere hinzugesellten, und war Gelegenheit gegeben, verschiedene Aufhängungsmethoden der Fahrdrahtleitung durchzuführen und zu erproben.

Gegenüber anderen Wechselstrombahnen hat die Bahn Seebach—Wettingen (Fig. 239 und 240) den Vorteil, daß es auf ihr möglich ist, weitgehende Vergleiche zwischen dem Verhalten des konstruktiv verschiedenartigen Rollmaterials und der verschiedenartigen Fahrdrahtleitung anzustellen; die der Bahn benachbarten interurbanen Fernsprechleitungen gaben Gelegenheit, eine Aufgabe zu studieren und zu lösen, welche in Zukunft beim Ausbau von Vollbahnen für elektrischen Betrieb eine große Rolle spielen dürfte.

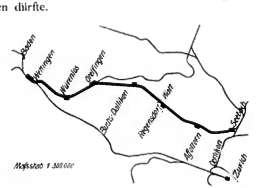


Fig. 239. Lageplan der 15 000 Volt-Wechselstrombahn Seebach-Wettingen.

Während seit der Betriebseröffnung — 2. Juni 1906 — die Bahn ihrem fortschreitenden Streckenausbau entsprechend abschnittweise mit Probezügen befahren wurde, wird seit dem 1. Dezember des vorigen Jahres der normale fahrplanmäßige Betrieb durchgeführt.

Ursprünglich erhielt das den Bahnstrom liefernde Umformerwerk seine Kraft von dem hydro-elektrischen Werke in Hochfelden oder von dem Dampfkraftwerke der Maschinenfabrik Oerlikon. Beide Kraftquellen dienen für den Bahnbetrieb auch heute noch als Reserve, wenn in der Kraftlieferung des eigentlichen Kraftwerkes der Bahnanlage eine Störung eintreten sollte. Dieses Kraftwerk ist unweit des Umformerwerkes erstellt und mit diesem durch eine kurze Freileitung von $3 \times 2 \times 225$ qmm verbunden worden. Es enthält einen Turbogenerator mit Kondensationsanlage (Fig. 241).

Die Oerlikon-Dampfturbine ist als dreistufige Aktionsturbine für 3000 Umdr. pro Min. gebaut und mittels Oerlikon-Nadelkupplung mit einem zweipoligen 700 KW-

[1]) Nach dem von der Maschinenfabrik Oerlikon zur Verfügung gestellten Material.

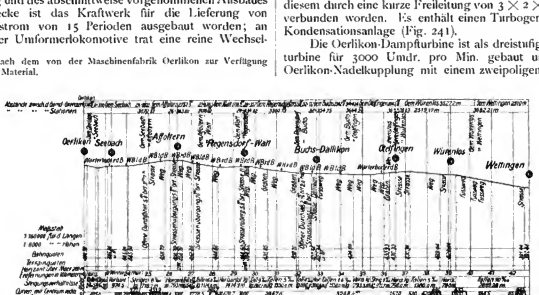


Fig. 240. Längen- und Höhenprofil der Wechselstrombahn Seebach-Wettingen.

Stromerzeuger gekuppelt, welcher selbst wieder mit seiner Erregermaschine, die Strom von 80 Volt Spannung liefert, gekuppelt ist. Mit Rücksicht auf die Dampfkraftanlage der Maschinenfabrik Oerlikon, welche dem Werkstättenbetrieb dient, wird Drehstrom von 230 Volt Spannung und 50 Perioden erzeugt.

Fig. 241. Turbogenerator.

Das vom Kraftwerk gespeiste Umformerwerk (Fig. 242 bis 245) enthält zwei Umformergruppen von 700 und 500 KVA. mit folgenden Daten:

Drehstrom-Synchronmotor: 14 Pole, 430 Umdr. pro Min., 230 Volt, 50 Perioden, 100 Volt Erregerspannung, einerseits gekuppelt mit:

Wechselstromerzeuger: 4 Pole, 700 Volt, 14 bis 15 Perioden, 100 Volt Erregerspannung, anderseits gekuppelt mit einem Gleichstromerzeuger; 750 bis 850 Volt Spannung, 350 Amp., 750 Volt Erregerspannung.

Die selbsttätige Regulierung der Spannung der Wechselstromerzeuger mittels Thury-Regulator geschieht entweder je für sich oder zwangläufig gemeinsam; die mit einer Pufferbatterie parallel geschaltete Gleichstrommaschine kann je nach der Belastung als Stromerzeuger oder Motor arbeiten. Der Erregerstrom wird von einer 50 PS-Drehstrom-Gleichstrom-Umformergruppe geliefert, als Reserve dient die Batterie. Letztere besteht aus 375 Elementen mit 592 Amp.St. Leistung und 280 Amp. Ladestromstärke und einer maximalen Entladestromstärke von 1200 Amp. während 5 Min. Die zugehörige Zusatzmaschine besitzt zwei Kollektoren (für gewöhnliche Pufferung parallel,

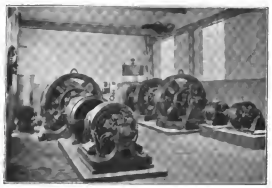


Fig. 242. Inneres des Umformerwerkes.

für Aufladen in Reihe geschaltet), hat 80, bzw. 200 Volt Spannung bei 1000, bzw. 200 Amp. und wird durch einen 120 PS-Drehstrommotor (230 Volt, 50 Perioden) mit 975 Umdr. pro Min. angetrieben. Die Spannungsregulierung der Zusatzmaschine erfolgt in Abhängigkeit von der Arbeitsaufnahme des Drehstrommotors oder von der an die Fahrleitung abgegebenen Wechselstromleistung vermittelst Thury-Regulators oder Einankerumformer mit Differentialerregung der Siemens-Schuckertwerke (38 Volt, 30 Amp., 860 Umdr. pro Min.) mit Selbst- oder Fremderregung, welch letztere Maschine mittels Kettentrieb von einer Umformergruppe betrieben wird.

Der Transformatorenraum enthält vier Transformatoren von je 200 KW Leistung (ungekühlt) und einem Übersetzungsverhältnis von 700/15000 Volt zur Speisung der Fahrdrahtleitung. Mittels künstlicher Kühlung durch einen Ventilator läßt sich die Leistung so weit steigern, daß zwei Transformatoren zur Speisung der Strecke genügen. — Über den als Rute ausgebildeten Stromabnehmer haben frühere Veröffentlichungen bereits genügende Aufklärung gegeben.

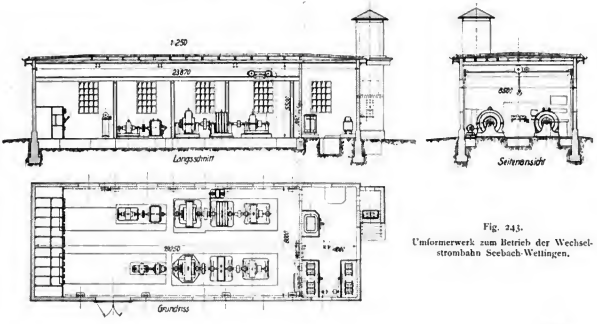


Fig. 243.
Umformerwerk zum Betrieb der Wechselstrombahn Seebach-Wettingen.

Fig. 244. Schaltungsschema des Umformerwerkes.

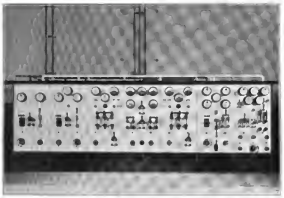


Fig. 245. Ansicht der Schalttafel im Umformerwerk.

Die Fahrdrahtleitung wird auf der Rutenleitungsstrecke durch einen 8 mm Kupferdraht, welcher teils starr, teils elastisch aufgehängt ist, gebildet.

In der Station Seebach kamen als Leitungsträger Gitterkonstruktionen (Fig. 246) zur Verwendung, von welchen eine als Bahnübergang (Fig. 247) ausgebildet ist. Hier kam ferner für drei Geleise einfache Vielfachaufhängung mit 6 mm Stahldraht und 7 m entfernten vertikalen

Fig. 246. Einfache Vielfachaufhängung in der Station Seebach.

Hängedrähten (Fig. 248), für das vierte Geleise einfache Drahtaufhängung an Masten aus Eisenbahnschienen zur Anwendung.

Auf diese ursprüngliche Anlage, welche den ältesten Teil bildet, folgte eine Erweiterung des Leitungsnetzes durch isolierte Doppelquerdrahtspannungen und Befestigung der Fahrdrahtleitung an Ringen.

Fig. 247. Bahnübergang Seebach mit Schutzvorrichtung.

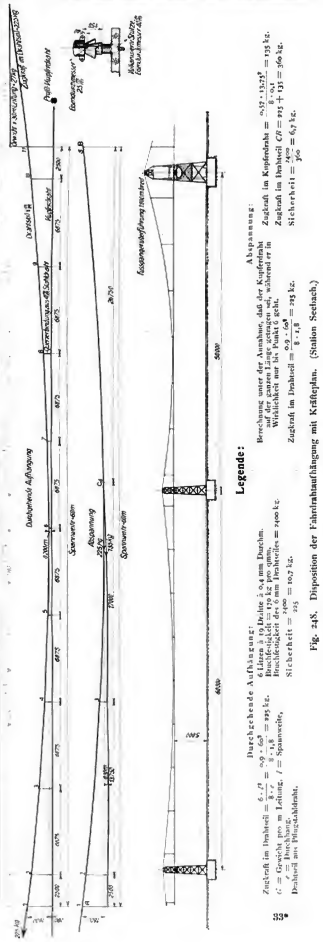


Fig. 248. Disposition der Fahrdrahtaufhängung mit Kräfteplan. (Station Seebach.)

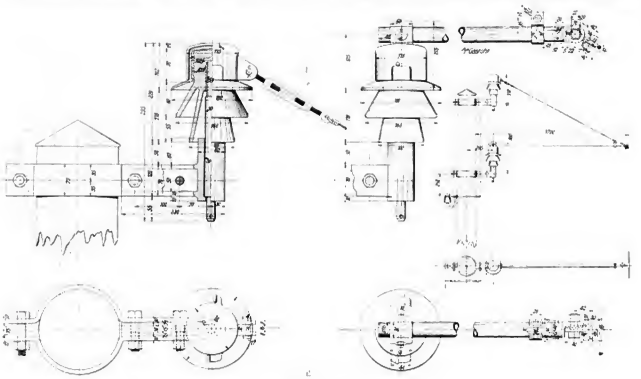


Fig. 249. Konstruktion des Gasrohrauslegers.

Auf der Strecke Seebach—Regensdorf ist der Fahrdraht teils auf Masten oder kleinen Auslegern direkt auf den Isolatoren starr oder federnd angeordnet (älteste Ausführung)[1]) oder in den Stationen Affoltern und Regensdorf wie in der Station Seebach an Querabspannungen

Fig. 250. Seitliche Aufhängung des Fahrdrahtes für Rutenstromabnehmer.

verlegt, bei welchen an Stelle der vorgenannten Ringe ungleichschenklige U-förmige Bügel traten. Auf der ganzen Strecke ist der Fahrdraht als reine Rutenleitung verlegt. Sie wird von Regensdorf ab durch eine reine Bügelleitung ersetzt.

[1]) Siehe E. B. u. B. 1904, S. 463 und 464.

Die Isolatoren der Rutenleitung tragen Gußkappen, auf welchen die Klemmen des Fahr- oder Abspanndrahtes angeschraubt sind (Fig. 249 und 250).

Die mit Rutenleitung ausgestattete Strecke besitzt in ihrer ganzen Länge eine Ausschaltleitung, auf welche bereits in früheren Veröffentlichungen hingewiesen wurde. Diese Ausschaltleitung, welche in dem Kraftwerk durch ein Ausschaltrelais mit der Erdleitung verbunden ist, steht bekanntlich in leitender Verbindung mit allen Isolatorstützen, wobei letzteren je eine Schmelzdrahtpatrone vor-

Fig. 251.
Streckenteiler mit Schalter, gekuppelt mit der Barriere.

geschaltet ist, die bei Isolatordefekt, bzw. Durchfließen des Stromes, durch die Patrone gesprengt wird und dann frei herunterhängt, so daß der defekte Isolator sofort aufgefunden werden kann. Bemerkenswert ist, daß während der ganzen Versuchsperiode nur zwei Isolatordefekte vorkamen. — In der Station Seebach liegt der Fahrdraht 5 m über Schienenoberkante, auf der Strecke bis

Regensdorf in 4,5 m Höhe (hier kamen als Masten Eisenbahnschienen in Anwendung) und 5,4 m Höhe.

In der Station Seebach wird der Fahrdraht von unten bestrichen, auf der Strecke mit 4,5 m hoch verlegtem Fahrdraht von oben, auf der Strecke mit 5,4 m hoch verlegtem Fahrdraht seitlich (von innen).

Fig. 252. Parallelleitung der Ruten- und Bügelleitung.

Die Abschaltung einzelner Streckenabschnitte und der Stationen erfolgt mittels Hörnerschalter, welche von Eisenmasten getragen werden. Diese Hörnerschalter werden auf der Strecke mittels Kurbel und Drahtzug in den Stationen vom Stellwerk aus betätigt, wobei gleichzeitig ein Semaphorflügel in die zugehörige Signalstellung gebracht wird.

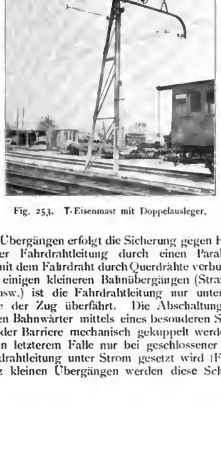


Fig. 253. T-Eisenmast mit Doppelausleger.

Bei Übergängen erfolgt die Sicherung gegen Herunterfallen der Fahrdrahtleitung durch einen Paralleldraht, welcher mit dem Fahrdraht durch Querdrähte verbunden ist.

Bei einigen kleineren Bahnübergängen (Straßenkreuzungen usw.) ist die Fahrdrahtleitung nur unter Strom, wenn sie der Zug überfährt. Die Abschaltung erfolgt durch den Bahnwärter mittels eines besonderen Schalters, der mit der Barriere mechanisch gekuppelt werden kann, so daß in letzterem Falle nur bei geschlossener Barriere die Fahrdrahtleitung unter Strom gesetzt wird (Fig. 251). Bei ganz kleinen Übergängen werden diese Schutzmaßregeln überflüssig, da hier unterhalb der Fahrdrahtleitung eine eiserne Schutzvorrichtung angeordnet ist.

Die Unterteilung in Fahrdrahtabschnitte erfolgt dadurch, daß das Fahrdrahtende des einen Abschnittes an den ersten Mast des anschließenden Abschnittes abgespannt wird (Fig. 251).

Fig. 254. Station Würenlos mit abschaltbarem Schuppengleise.

Die Stationen Affoltern und Regensdorf sind für sich abschaltbar. Die Rute bestreicht hier den Fahrdraht seitlich (in vertikaler Stellung).

Die Rutenleitung ist über die Station Regensdorf hinaus noch auf etwa 400 m Länge geführt. Gleichzeitig beginnt von derselben Station aus die Bügelleitung, so daß auf dieser gemeinsamen Strecke die Umwechslung der Stromabnehmer (Rute und Bügel) erfolgen kann (Fig. 252).

Die Bügelleitung liegt normal 6 m über Schienenoberkante; sie ist jedoch auf eine Strecke von 1 km in einer Höhe von 4,8 m verlegt (Höhenlage des Drahtes in Tunnels und bei Unterführungen). An Stelle der hier eingezogenen Rute tritt ein für beide Fahrrichtungen verwendbarer

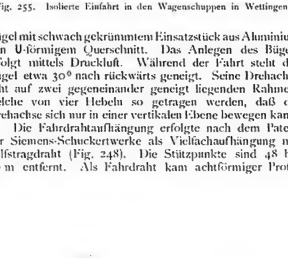


Fig. 255. Isolierte Einfahrt in den Wagenschuppen in Wettingen.

Bügel mit schwach gekrümmtem Einsatzstück aus Aluminium von U-förmigem Querschnitt. Das Anlegen des Bügels erfolgt mittels Druckluft. Während der Fahrt steht der Bügel etwa 30° nach rückwärts geneigt. Seine Drehachse ruht auf zwei gegeneinander geneigt liegenden Rahmen, welche von vier Hebeln so getragen werden, daß die Drehachse sich nur in einer vertikalen Ebene bewegen kann.

Die Fahrdrahtaufhängung erfolgte nach dem Patent der Siemens-Schuckertwerke als Vielfachaufhängung mit Hilfstragdraht (Fig. 248). Die Stützpunkte sind 48 bis 50 m entfernt. Als Fahrdraht kam achtförmiger Profil-

draht mit 100 qmm Querschnitt zur Verlegung in der Weise, daß derselbe in Entfernungen von 2,8 bis 3 m mittels Klemmen an dem stählernen 6 mm Hilfstragdraht aufgehängt ist. Der Hilfstragdraht hängt mittels in Entfernungen von 6 m angeordneten 5 mm Hängestahldrähten an einem Drahtseil von 35 qmm Querschnitt. Letzteres wird von den Gußkappen der Isolatoren getragen, welche auf verschiebbaren Böcken ruhen. Die Isolatoren werden in den Stationen von eisernen Jochen (zwei U-Eisen mit Doppel-T- oder Holzmasten), auf der freien Strecke von imprägnierten Holzmasten mit Auslegern getragen.

Wie allgemein üblich, ist auch hier der Fahrdraht im Zickzack verlegt mit einer Ausweichung von rd. 45 cm auf eine Länge von 150 bis 200 m, um eine gleichmäßige Abnutzung des Schleifbügels zu erreichen.

Die Nachspannvorrichtungen sind je bei den Streckenschaltern, in der Mitte zwischen zwei Stationen und von den Stationseinfahrten angeordnet. An den Nachspannstellen findet die isolierte Verlängerung des Fahrdrahtes ihre Fortsetzung in einer Kette, welche über eine am Abspannmast befestigte Rolle läuft und unten mittels einer leeren Rolle ein Gewicht von rd. 225 kg trägt (Fig. 253). Der durch dasselbe im Fahrdraht herbeigeführte Zug beträgt demnach 450 kg.

An den Stellen, wo die Nachspannvorrichtungen eingebaut sind, ist die Fahrleitung mit Tragwerk so unterbrochen, daß die Enden derselben sich auf drei Spannweiten überdecken. Innerhalb der 10 bis 15 m messenden mittleren Spannweite sind die beiden Tragwerke in einer Entfernung von 25 bis 30 cm parallel über Gleismitte geführt. Die Abspannung der Tragwerkenden erfolgt an Bockmasten (Fig. 253). Wo keine Streckenschalter neben der Nachspannvorrichtung vorhanden sind, wurden beide Tragwerke leitend verbunden, während sie dort, wo Streckenschalter liegen, voneinander isoliert sind und nur durch einen besonderen Schalter leitend verbunden werden können.

Wie auf der Strecke mit Rutenkontaktleitung sind auch hier die Stationen durch Streckenschalter abtrennbar, ebenso einige Stationsschuppen- und Remisengleise (Fig. 254). — In der Station Wettingen kommen eiserne Joche zum Tragen des Tragwerkes in Abständen von rd. 50 m in Anwendung. Bei den zwischen den Jochen liegenden »fliegenden« Weichen sind die Drähte mit Hilfe von »Reitern« zusammengezogen (Fig. 255).

Bemerkenswert ist endlich die als Beispiel der praktischen Möglichkeit durchgeführte Anlage einiger Abspannungen von 100 m Spannweite, deren eine gleichzeitig in einer Kurve von 600 m Krümmungshalbmesser liegt. Die Abspannmasten sind aus gespreizten U-Eisenmasten erstellt; die Isolatorenstütze sitzt direkt auf dem Ausleger. Die beiden Enden des nicht durchgehenden Tragseiles sind durch einen Sicherheitsbügel miteinander verbunden.

Die Rückleitung des Stromes erfolgt durch die Schienen. Die elektrischen Schienenstoßverbindungen bestehen zum Teil aus Kupferdraht von 50 qmm Querschnitt, zum Teil aus zwei Lamellen von $20 \times 1{,}25$ mm Querschnitt. Rund alle 1 km sind die Schienen durch verzinkte Eisenplatten geerdet.

Eingehendes Studium erforderten die mit der Bahn verbundenen oder nahe bei ihr liegenden Schwachstromleitungen. Sämtliche Signalleitungen der Bahn wurden mit eigenem Rückleitungsdraht versehen, ebenso besitzt nunmehr auch die Telegraphenlinie Zürich—Seebach—Wettingen auf der ganzen Strecke isolierte Rückleitung, wobei die beiden Drähte auf jeder Station gekreuzt, die Telegraphenapparate der einzelnen Stationen abwechslungsweise in den einen oder anderen Draht eingeschaltet und außerdem sechs Entladespulen angeschlossen wurden.

(Schluß folgt.)

Kleine Nachrichten.

Allgemeines.

Der Inauguralsrede des für das Studienjahr 1907/08 gewählten Rektors der Techn. Hochschule zu Brünn, Dr. Friedrich Niethammer, o. ö. Prof. der Elektrotechnik, über: **„Der Werdegang der Elektrotechnik“**[1]) entnehmen wir die folgenden uns interessierenden Stellen:

»Einen mächtigen Anstoß erhielt die elektrische Arbeitsübertragung durch die Erfindung des Drehstroms durch den italienischen Professor Galileo Ferraris und den aus Österreich stammenden Amerikaner Tesla ums Jahr 1888. Für wenige 100 Dollars überließ der Gelehrte seine Erfindung der amerikanischen Westinghouse-Gesellschaft, die seither ebenso wie viele andere Elektrizitäts-Gesellschaften in der ganzen Welt viele Millionen an Drehstromgeneratoren, Drehstrommotoren und -Apparaten verdient hat. Im Jahre 1891 wurde vermittelst Drehstrom von 25000 Volt eine 200pferdige Wasserkraft von Lauffen a. N. nach Frankfurt a. M. auf eine Entfernung von rund 180 km bei 75% Gesamtwirkungsgrad übertragen. Von da ab gewinnt die elektrische Kraftübertragung auf Entfernungen bis gegen 500 km immer mehr an Bedeutung und erreicht gegen das Jahr 1895 bereits das Übergewicht über die elektrische Beleuchtung. Die Wirtschaftlichkeit langer elektrischer Übertragungen gestaltet sich durch Erhöhung der Spannung von Jahr zu Jahr günstiger, heute sind in Europa schon Anlagen mit 50000 Volt in Betrieb, jenseits des Ozeans sogar solche mit 72000 Volt und Fernleitungen mit über 100000 Volt werden ernstlich projektiert. Im Erdboden verlegte Kabelnetze kommen für Spannungen bis gegen 20000, ja bis 30000 Volt zur Anwendung, während für höhere Spannungen ausschließlich Freileitungen in Frage kommen.

Da die Dampfkraft nicht wie Wind und Wasser an örtliche und klimatische Verhältnisse gebunden ist, so erfolgt der Antrieb vieler elektrischer Generatoren durch liegende oder stehende Dampfmaschinen, in Großanlagen meist durch Dampfturbinen, von denen schon gegen 6 Mill. PS in Einheiten bis 15000 PS für Kraftwerke gebaut oder bestellt sind; in absehbarer Zeit sind sogar Turbineneinheiten von 20000 bis 30000 PS mit Spannungen von 10000 bis 30000 Volt zu erwarten. Die Dampfturbine drängt von selbst zur elektrischen Zentralisation, sie muß in den allermeisten Fällen mit elektrischen Generatoren, in der Regel mit Drehstrom-Turbodynamos gekuppelt werden. Die großen Schwierigkeiten, die sich dem Bau einwandfreier Gleichstrom-Turbodynamos bis vor kurzem entgegenstellten, sind größtenteils überwunden, da immerhin etwa 200000 KW solcher Maschinen in Einheiten bis 2000 KW in Betrieb sind.

Wasserturbinen von etwa 5 Mill. PS in Einheiten bis 15000 PS arbeiten bereits in direkter Kuppelung mit elektrischen Generatoren. Noch ungezählte Wasserläufe, deren gesamte Pferdestärkenzahl größer als die aller vorhandenen Dampf- und Gasmaschinen, d. h. 50 bis 100 Mill PS sein dürfte, harren noch der elektrischen Erschließung; speziell hier in Österreich hat man mit den Brenner-, Etsch- und Sillwerken, dem Trisanna- und Kaiserwerk, sowie den zwei Projekten am Isonzo mit über 40000 PS erst Anfänge mit großen hydroelektrischen Anlagen gemacht. Als »houille blanche«, »als weiße Kohle« bedeuten die Wasserkräfte besonders in den kohlenarmen Ländern wie der Schweiz, Italien, Schweden und Norwegen einen ganz bedeutenden Nationalschatz.

[1]) Zu beziehen durch die Hofbuchhandlung C. Winiker, Brünn.

Oberitalien hat schon über 200000 PS Wasserkräfte ausgebeutet; um Venedig, Verona, Turin, Genua und namentlich um Mailand sind zahlreiche elektrische Wasserkraftwerke entstanden, die jene Industriegebiete mit billiger und hygienischer Energie für Licht und Kraft überschütten. Selbst von der Schweiz herüber, von Brusio am Berninapaß werden auf 144 km 36000 PS mit 47000 Volt nach der Mailänder Gegend übertragen. Italien hat jetzt schon über 1000 Wasserkraftgesellschaften und kann über $2^1/_2$ Mill. PS Wasserkräfte ausnützen, womit sich über $^1/_2$ Milliarde Kronen für Kohle pro Jahr sparen lassen.

Die kleine Schweiz besitzt etwa 300000 PS Wasserkraft-Elektrizitätswerke, die vielfach weite Gegenden bestreichen; 97% der Leistung der schweizerischen Starkstromanlagen wird in Kraftwerken erzeugt, die ganz oder teilweise mit Wasserkraft arbeiten. Am Niagarafall sind eine Reihe großer elektrischer Kraftwerke entstanden, ca. 300000 PS sind im Betrieb und ebensoviel im Bau; die vollständige Ausnutzung der Fälle ergäbe wenigstens 3000000 PS. Dabei ist es interessant, daß die großen Niagaraturbinen mit 5000 bis 12000 PS Einzelleistung von schweizerischen, deutschen und italienischen Firmen projektiert und zum Teil ausgeführt wurden, ein Triumph deutscher wissenschaftlicher Technik.

Die Stadt Paris beabsichtigt ihren gesamten weiteren Arbeitsbedarf von ca. 150000 PS von der Rhone bei Genf über eine Entfernung von 450 km zu decken. Eines der kühnsten Projekte jedoch, das von einer technisch und finanziell ernst zu nehmenden Gruppe von Großfirmen bearbeitet wird, ist die elektrische Übertragung der Arbeit der Viktoria-Fälle am Zambesi auf gegen 1000 km nach Transvaal. Es handelt sich bei vollem Ausbau um etwa 250000 PS in Form von Drehstrom unter 150000 Volt und $12^1/_2$ Perioden; die Leitung aus Aluminium auf Stahltürmen dürfte allein gegen 100 Mill. K kosten.

Man darf allerdings den Wert der Wasserkräfte auch nicht überschätzen. In vielen Fällen sind die Anlagekosten des hydraulischen Teiles für Wehre, Kanäle, Stollen und Rohrleitungen außerordentlich hoch, ja sie können die Kosten eines Dampfkraftwerkes bei weitem überwiegen; meist sind Störungen durch Eis, Hochwasser und Blitz zu gewärtigen, so daß eine teuere Reserve in Form von Dampf- oder von Verbrennungsmotoren anzulegen ist.

Die mit hydroelektrischen Kraftwerken kombinierten großen Talsperren sind an sich schon eminente Kulturwerke als Schutz gegen Hochwasserschäden und zur Versorgung großer Gebiete mit Nutz- und Trinkwasser, sie geben aber gleichzeitig der Umgebung im weiten Umkreis zu billigem Preise Kraft und Licht. Die Betriebskosten liegen zum Teil unter einem Pfennig pro PS., ja pro KWSt. Die Urftalsperre in der Eifel mit achtmal 2000 PS (35000 Volt) nimmt pro Jahr etwa M. 1 Mill. für elektrischen Strom ein; sie hat M. 8,5 Mill. gekostet, ihr Stauinhalt ist 45 Mill. cbm. Am Mjösensee in Norwegen wird der Glommen auf 800 Mill. cbm gestaut, wodurch dauernd 253000 PS verfügbar werden, während vorher im Winter nur 115000 PS ausgenutzt werden konnten.

In Deutschland werden jedes Jahr etwa $^3/_4$ Mill. PS an elektrischen Stromerzeugern aufgestellt, die zusammen schon 6 Mill. PS ausmachen. Außer den öffentlichen Berliner Elektrizitätswerken mit 100000 PS gibt es z. B. in Berlin noch über 500 private Elektrizitätswerke. Maschinenfabriken, Textil-, Papier- und Zuckerfabriken arbeiten nicht selten mit 100 bis 2000 elektrischen PS, Berg- und Hüttenwerke haben Kraftwerke von Hunderten, ja vielen Tausenden von Pferdestärken. Das Kraftwerk des Waldorf Astoria Hotels in New York umfaßt 3000 PS, es sind u. a. 25000 Glühlampen, 34 elektrische Aufzüge und mehrere elektrische Küchen angeschlossen. Das Chicagoer Warenhaus Field hat sogar eine Gesamtleistung von 6000 elektrischen PS.

Die großen Weltstädte, wie New York, London, Paris, Berlin, Wien benötigen Kraftwerke von 50000 bis 150000 PS für Licht und Kraft. An das Netz der New Yorker Edison Co. sind 1,5 Mill. Glühlampen, 20000 Bogenlampen, 85000 PS Motoren und 3000 PS Akkumulatorenbatterien angeschlossen; es werden pro Jahr über 150 Mill. KWSt. abgegeben; das Netz umfaßt 1000 km Kabel und 600 km Luftleitung.

Aber nicht allein für Großstädte sind modern disponierte, große einheitliche, außerhalb der Stadt liegende Elektrizitätswerke, die gestatten, das Stadtinnere frei von Rauch und Abgasen zu halten, am wirtschaftlichsten; in neuerer Zeit werden ausgedehnte Land- und Industriebezirke mit Dutzenden von Städten, Dörfern, landwirtschaftlichen und technischen Anlagen aus großen Überland-Kraftwerken gespeist, die ihre billige Energie Wasserkräften, Stein- und Braunkohlengruben, Torfstechereien oder Hüttenwerken entnehmen. Das Rheinisch-Westphälische Elektrizitätswerk kauft von Hütten und Zechen elektrische Arbeit zu 3 Pf. pro KWSt. und verteilt sie durch über 1000 km Kabel im ganzen Industriegebiete; es versorgt auch viele der großen westphälischen Städte, und zwar bei einem Großkonsumentenpreis von 6 bis 4,5 Pf. pro KW-St. In ähnlicher Weise soll auch das Siegerland elektrifiziert werden. Die Stadt Metz bezieht ihre gesamte elektrische Kraft von der Rombacher Hütte für 5 bis 7 Pf. pro KWSt. In den englischen Kohlenfeldern sind schon elektrische Überlandkraftwerke mit gegen einer Milliarde Kronen Anlagekapital entstanden, die Flächen von 2000 bis 3000 qkm versorgen und an die großen Fabriken, sowie Hütten und Zechen angeschlossen sind; ich erwähne nur die South Wales Electrical Power Distribution Co., die Lancashire und Yorkshire Electric Power Schemes und die New-Castle upon Tyne Electric Supply Co., an die auch Armstrong, Witworth und Co. angeschlossen sind. Selbst London soll von diesen Kohlenrevieren aus mit Elektrizität versorgt werden. Es liegt außerordentlich nahe, die billige Kohle und die Abgase der Hüttenwerke im Ostrauer Revier bei guter Rentabilität elektrisch nach Wien zu übertragen, wobei längs der Strecke die ganze Gegend billig Licht und Kraft bekommen könnte. Es ist eine Tatsache, daß gegenwärtig die Industrie von den städtischen Elektrizitätswerken vielfach keinen Nutzen hat, da die Preise direkt prohibitiv sind und doch ließe sich die Elektrizität aus einem großen Werk in Anschluß an die Kohlengruben billiger verkaufen, als sie die meisten Fabriken selbst erzeugen können. Die Selbsterzeugungskosten pro KW.St. liegen für Fabriksanlagen etwa zwischen 4 und 10 h. Es gibt bereits Überlandkraftwerke, die elektrische Arbeit zu diesem Preis, ja bis 2 Pf. herunter verkaufen, während die städtischen Tarife für Kraft 20 h und mehr und für Licht gar 50 h und mehr verlangen.

An die öffentlichen Elektrizitätswerke sind insgesamt schon viele Hunderttausende Elektromotoren mit weit über 1 Mill. PS angeschlossen, in Deutschland allein über 300000 PS gegen weniger als 100000 PS in Kleingasmotoren. Die Berliner Elektrizitätswerke speisen über 20000 Elektromotoren mit 100000 PS, die zusammen mehr Arbeit absorbieren als die gesamte angeschlossene Beleuchtung von 800000 Glühlampen und 33000 Bogenlampen. In manchen Städten kommen jetzt schon auf je 1000 Einwohner über 50 PS an Elektromotoren und

bis 150 PS an Licht und Kraft. Allein in den Vereinigten Staaten werden pro Jahr gegen 100000 Elektromotoren mit ca. 700000 PS fabriziert, wozu mehr als nochmal soviel elektrische Ventilatormotoren kommen.

Man kann drei elektrische Antriebsarten unterscheiden:

1. Den Fabrikantrieb, der darin besteht, daß eine ganze Fabrikanlage durch einen oder wenige große Motoren angetrieben wird;

2. den Gruppenantrieb, wobei eine kleinere Gruppe von Arbeitsmaschinen mittels einer einfachen Transmissionswelle gemeinsam von einem 5 bis 50pferdigen Elektromotor betrieben wird;

3. den Einzelantrieb, der jede Arbeitsmaschine mit einem eigenen Elektromotor versieht.

Die erste Betriebsart nutzt natürlich die Vorteile der elektrischen Verteilung am wenigsten aus. Der elektrische Einzelantrieb wird in Maschinenwerkstätten, Textil- und Papierfabriken, Hütten- und Bergwerken immer häufiger, da selbst $^1/_2$- bis $^1/_3$pferdige Motoren mit gegen 80, ja 85% Wirkungsgrad gebaut werden, weil ferner beim Einzelantriebe alle Transmissionen und die dadurch verursachten Erschütterungen wegfallen und der Motor direkt in die Arbeitsmaschine hineingebaut wird. In allen Arbeitspausen wird der Motor abgeschaltet; aller Leergang entfällt, was namentlich bei allen absatzweise arbeitenden Maschinen sehr in die Wagschale fällt. Jede einzelne Maschine kann für sich wirtschaftlich in der Geschwindigkeit geregelt und bequem elektrisch umgesteuert werden.

In vielen Fällen gestattet der elektrische Antrieb eine Verbesserung der Qualität der Ware: Die Papiermaschine, deren Elektromotor durch Spannungsänderung in der feinstufigsten Weise geregelt wird, liefert gleichmäßigeres Papier bei höherer Arbeitsgeschwindigkeit, außerdem heizt der elektrische Strom noch die Papierwalzen; in gleicher Weise ist der elektrische Antrieb der Zeugdruckpressen mit Geschwindigkeitsänderungen im Verhältnis 1 : 12 gelöst. Die einzeln elektrisch angetriebenen Webstühle liefern gleichmäßige tadellose Ware, da sich die Stühle gegenseitig nicht beeinflussen, auch wird die durch Transmissionen nicht gestörte Beleuchtung günstiger und die Luft bleibt reiner. Es dürften heute schon zwischen 50000 und 100000 Webstuhlelektromotoren für Einzelantrieb mit $^1/_4$ bis 1 PS in Europa installiert sein, besonders in Seidenwebereien hat sich der Kleinmotor eingebürgert. Auch für Ringspinn- und Stickmaschinen bietet der direkt angebaute Motor, speziell der Gleich- und Wechselstromkollektormotor den Vorteil, daß mit Hilfe eines leicht gehenden Hebels die Geschwindigkeit in den weitesten Grenzen geregelt werden kann und aller Leergang entfällt. (Schluß folgt.)

Dem Konsumenten von **Lager-Weißmetall** wird es vielfach infolge unzutreffender Angaben sehr erschwert, diejenige Qualität herauszufinden, welche sich für seinen Zweck am besten eignet. Es ist durchaus falsch, wenn immer wieder betont wird, daß für alle Sorten Lagerarten eine Legierung und noch dazu mit sehr hohem Bleigehalt, mit bestem Erfolge verwendbar sei.

Für Lager von Dampfmaschinen, Schleifmaschinen, Elektromotoren oder sonstiger schnellaufender Wellen ist naturgemäß eine ganz andere Legierung und zwar eine solche mit einem gewissen Zinngehalt notwendig, als für Lager von Kipp-Loris oder langsam laufender Transmissionswellen ohne große Belastung. Es ist daher dringend notwendig, daß bei Einkauf von Lager-Weißmetall darauf geachtet wird, daß die betreffende Legierung auch zweckentsprechend gewählt wird. Sog. Universalmetalle sind nicht immer als preiswert zu bezeichnen. Sowohl für geringe als auch für starke Beanspruchung sind sie gelegentenfalls zu teuer und für letzteren Fall außerdem vielfach nicht zweckentsprechend. Für geringe Belastung der Lager und für langsam laufende Wellen verrichten auch billigere Marken schon von M. 55 für 100 kg an denselben Dienst, als die dann für diesen Zweck zu teueren Universalmetalle, während bei starker Beanspruchung ein allzu rasches Abnutzen der Lager sich einstellt. Hierdurch stellen sich die Kosten zusammen mit der Arbeit des Neuausgießens der Lager bedeutend höher, als wenn eine zweckentsprechende Legierung gewählt worden wäre. Es ist daher bei Einkauf von Lager-Weißmetallen Vorsicht geboten und angebracht, sich bei Bedarf an erfahrene Firmen zu wenden. Unter den Firmen, die durch gute und zweckentsprechende Lieferung etc. bekannt geworden sind, nimmt die Metall- und Phosphorbronze-Gießerei von C. H. Raue, Dresden 28 eine erste Stelle ein, welche seit ihrem 25jährigen Bestehen die nötigen Erfahrungen gesammelt und dafür bürgt, daß die von ihr für den jeweiligen Zweck angebotenen Legierungen sich tatsächlich auch hierfür eignen. Die langjährigen Lieferungen dieser Firmen an erste Elektrizitätswerke und Maschinenfabriken Deutschlands und an viele Straßenund Kleinbahngesellschaften bieten ferner eine Gewähr dafür, daß die Kompositionen sorgfältig zusammengestellt sind, und daß die besten Rohmaterialien dazu verwendet werden. Sie übernimmt volle Gewähr für stets gleichmäßige Beschaffenheit, so daß sich der Bezug von Lager-Weißmetall, welches in sieben verschiedenen Legierungen unter Angabe der jeweiligen Verwendung hergestellt wird, von der genannten Firma nur empfehlen dürfte.

Zuschriften an den Herausgeber.

(Abgedruckt ohne Verantwortlichkeit des Herausgebers.)

In Heft 35 der E. K. u. B. vom 14. Dez. 1907 sagt W. Heym in seinem Aufsatz „**Ersatz der Dampflokomotive durch elektromotorische Triebwagen**“:

1. daß bei 15 Perioden die Anlagekosten der Kraferzeugungsanlagen nebst Unterwerken um $^1/_6$ oder rd. M. 360000000 höher würden als bei 25 Perioden. Andrerseits würden sich die Anlagekosten im Betrage von M. 240000000 für die Lokomotiven bei 15 Perioden um M. 120000000 reduzieren. Heym fährt fort, daß durch diese Verminderung der Lokomotivanlagekosten die geringe Erhöhung der Unkosten für die Stromerzeugungsanlagen gegenüber den Kosten bei 25 Perioden in mehrfachem Grade ausgeglichen wären.

Hier liegt ein Irrtum vor, und ich wäre dem Verfasser für eine Berichtigung dankbar.

2. Im Jahre 1905 waren die Bruttoeinnahmen pro km M. 27, die Betriebskosten M. 18, welche bei bester elektrischer Ausrüstung nur M. 14,85 betragen würden. Diesen Zahlen werden bei 5% Verzinsung des Anlagekapitals und bei $7^1/_2$% Abnutzung, Unkosten von M. 23,55 pro km gegenübergestellt und fortgefahren, daß also der elektrische Betrieb wirtschaftlich eine wesentliche Verbesserung gegen den Dampfbetrieb erzielen ließe.

Vergleichbar sind aber doch nur die Zahlen M. 18 und M. 14,85. Was für einen Sinn soll die Zahl M. 23,55 ohne entsprechende Gegenüberstellung haben?

Dipl.-Ing. Julius Gerstle.

Gegen den von mir in Heft 35 vom 14. XII. 07 veröffentlichten Aufsatz „**Ersatz der Dampflokomotiven durch elektromotorische Triebwagen**“ sah sich Herr Gerstle veranlaßt, einige Anstände zu erheben:

1. Bei der Wahl einer Periodenzahl von 15 an Stelle von 25 würden sich die Anlagekosten der Krafterzeugungsanlagen nebst Unterwerken um $^1/_3$ vermindern.

Durch die Wahl der Periodenzahl von 15 Perioden pro Sek. ist eine Ersparnis sehr wohl denkbar, da diejenigen Verluste, welche besonders durch die Eisenmassen des Schienenmaterials bedingt sind, bedeutend geringer werden. Diese Verluste verringern sich nach der Steinmetzschen Formel, welche besagt, daß die Wirbelstrom- und Hysteresisverluste proportional mit dem Quadrat der Periodenzahl abnehmen. Diese Formel findet hauptsächlich bei Bahnen ihre Bestätigung, da bei diesen die Schienen die Rückleitung bilden und gerade die großen Eisenmengen der Vollbahnschienen eine Verringerung der Wirbelströme bei kleinerer Periodenzahl ermöglichen. Hierdurch wird eine geringere Beanspruchung infolge veränderter Wärmewirkung und ein rationelles Arbeiten bei gesteigerter aktiver Verwendung der Energie ermöglicht, wodurch dann aber wieder ein geringerer Arbeitsverbrauch gegeben ist.

2. Der zweite Einwand von Gerstle ist mir überhaupt völlig unerklärlich. Der Zahl M. 23,55 soll überhaupt keine andere Zahl gegenübergestellt werden. Dieselbe soll lediglich angeben, daß bei Verwendung der Elektrizität als Antriebskraft die effektiven Unkosten M. 23,55 pro Wagen-km betragen. Die zahlenmäßige Gegenüberstellung erfolgt doch durch die Beträge von M. 18.— zu M. 14,85.

Ich glaube somit, diese Anfrage von meiner Seite aus als erledigt betrachten zu können.

München. W. Heym, Ing.

Neue Bücher.

Messungen an elektrischen Maschinen, Apparate, Instrumente, Methoden, Schaltungen. Von Rudolf Krause, Ingenieur. Zweite verbesserte und vermehrte Auflage. 193 Seiten. Berlin 1907, Verlag von Springer. Preis geb. M. 5.

Das Buch ist vor zirka fünf Jahren zum erstenmal erschienen und in beinahe allen technischen Zeitschriften günstig rezensiert worden. Es wurde vielfach wohltuend empfunden, daß von abstrakten mathematischen Spekulationen abgesehen und die Erscheinungen möglichst einfach dargestellt waren. Ferner wurde lobend hervorgehoben, daß, im Gegensatz zu den meisten Leitfaden mit ähnlichem Programm, die rein technischen Methoden und Apparate gegenüber denjenigen hervorgehoben waren, welche ins physikalische Laboratorium hineingehören.

Leider kann ich mich diesem Urteil nicht anschließen; auch vermag ich nicht, in der zweiten Auflage einen großen Fortschritt gegenüber der ersten zu erblicken.

Das Buch will, wie im Vorwort erwähnt wird, den Studierenden im Laboratorium und jüngeren Ingenieuren ein Hilfsmittel bei Maschinenmessungen auf dem Prüffeld sein. Die Hauptanforderungen, welche man an ein Buch mit solchem Programm zu stellen hat, sind Klarheit in den Grundprinzipien und in der Auseinandersetzung der Meßmethoden. Statt dessen wird man über das eigentliche Wesen der Methoden und Apparate fast gar nicht orientiert, während vielfach reine Äußerlichkeiten hervorgehoben werden und sogar Unkorrektheiten und schiefe Ausdrücke unterlaufen.

Einige Angaben mögen dieses Urteil bekräftigen:

Auf S. 4 heißt es: »Bei allen Instrumenten hat in der Nullage des bewegl. Systems das Drehmoment des Stromes den größten Wert.« Weiter auf S. 14: »Die Längenausdehnung des Drahtes (Hitzdrahtinstrument) ist proportional der Wärmemenge . . . . Der Zeigerausschlag ist also proportional dem Quadrate der Stromstärke.« Zunächst ist hier Temperaturerhöhung und Wärmemenge verwechselt; ferner sollte man endlich einmal mit der ewig wiederholten Bemerkung der quadratischen Beziehung bei Hitzdrahtinstrumenten aufhören, wo doch die Firma Hartmann & Braun seit etwa 15 Jahren in vielen tausend Exemplaren den Nachweis geliefert hat, daß man innerhalb eines ziemlich weiten Bereiches eine fast lineare Beziehung zwischen Stromstärke und Ausschlag erhalten kann. Es muß natürlich die Wärmeleitung, die Konvektion und die Strahlung berücksichtigt werden. Zweeklos ist es jedoch, von einfachen Formeln auszugehen, welche den physikalischen Vorgang nur ganz roh wiedergeben. Es ist dies ein Fehler, der so oft in der Technik gemacht wird. Man stellt einen mathematischen Ansatz auf, und wenn die hieraus gewonnenen Resultate mit den Tatsachen nicht übereinstimmen, so wird die stets graue Theorie als unnützer Ballast betrachtet; statt dessen müßte man umgekehrt den Schluß ziehen, daß unsere Prämissen nicht stimmen, und daß wir Punkte in der Anfangsgleichung vergessen haben, die einen großen Einfluß auf das Resultat ausüben.

Auf S. 88 bis 104 ist die Theorie der Ankerwicklungen entwickelt, ohne daß man über den Zweck dieses Exkurses orientiert wäre. Die Messung des Widerstandes von Kurzschlußankern mit Gleichstrom (S. 104) ist aus dem Grund irreführend, weil bei Wechselstrom die Stromverteilung in den Kurzschlußstäben eine ganz andere ist; als bei Gleichstrom.

Auf S. 129 liest man: »Gleichstrommaschinen mit Serienschaltung haben eine nach der Belastung verschiedene Klemmenspannung und werden daher mit Wasserwiderständen belastet.«

Auf S. 179 behauptet der Verfasser, daß die erste brauchbare Wirbelstrombremse von Grau herrührt; die mindestens fünf Jahre ältere, korrekte Bremse von Pasqualini wird nicht erwähnt. Hierbei wird die in der Arbeit von Grau angegebene, unrichtige Methode der Leistungsmessung als richtig angenommen, ja es wird das exzentrisch gemessene Drehmoment ohne weiteres mit dem Nutzdrehmoment des Motors identifiziert.

Auf S. 54 heißt es: »Der Temperaturkoeffizient ist die Änderung, welche 100 Ohm eines Leitungsmaterials erfahren, bei einer Temperaturänderung von 1 Grad.« (!)

Der Verfasser hat offenbar auf eine gewisse Vollständigkeit Gewicht gelegt; um so mehr muß man es bedauern, daß einmal gewisse Instrumentenklassen fehlen (Kompensationsapparat, Weicheisen- und Drehfeldinstrumente), andererseits die Oszillographen mit keinem Wort erwähnt sind.

Druck und Figuren sind gut. Brion.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

1. Ganze Kraftanlagen (Kraftwerke).

Die Erweiterung des Elektrizitätswerkes der Stadt Brüssel. Von F. Löwenthal. (Bull. Mens. d. Sté. Belge d'El., Nov. 1907.) Nachdem die drei alten Kraftwerke 1900 voll belastet waren, übertrug man der A. E. G. den Bau eines neuen großen Kraftwerkes, das fünf Unterwerke in der Stadt speist. Der gegenwärtige Anschlußwert entspricht 221000 16kerzigen Glühlampen, der Gesamtverbrauch stieg 1906 auf 4350000 KW.St. Das Gebäude für das Kraftwerk wurde wegen des wenig tragfähigen Bodens auf Eisenbeton gegründet, in Eisenfachwerk

ausgeführt und für spätere Vergrößerung eingerichtet. Der Schornstein von 60 m Höhe besitzt unten 6,2, oben 4,5 m lichte Weite. Der obere Teil des Kesselhauses enthält ein Kohlensilo, der für 100 Betriebstage Vorrat aufnehmen kann. Im Maschinensaal von 91 m Länge und 26 m Breite stehen drei 3100 KVA.-Drehstrommaschinen für 5000 Volt und 50 Perioden bei 83 Umdr. und eine 1800 KVA-Maschine mit 94 Umdr. pro Min. Erstere haben 6,7 m Bohrung, 7 mm Luftspalt, 72 Pole. Das Polrad wiegt 75 t, sein Schwungmoment beträgt 700000 m^2kg. Der Wirkungsgrad ist 97 % bei Vollast und $\cos \varphi = 1$, der Spannungsabfall von Leerlauf auf Vollast 7 bis 8 %. Für die Erregung sind zwei Motorgeneratoren vorhanden, die aus einem 275 PS-Synchronmotor für 5000 Volt, 500 Umdr. pro Min. und einer 200 KW-Gleichstrommaschine für 250 Volt bestehen. Der Gesamtwirkungsgrad beträgt bei 250, 200, 100 KW 86, 86 bzw. 79,5 %. Außerdem ist eine 95 KW-Dampfdynamo für 220 Volt Gleichstrom bei 460 Umdr. pro Min. vorhanden. Mit den Erregermaschinen ist eine Akkumulatorenbatterie System Tudor mit 340 Amp.St. Kapazität parallel geschaltet, die mittels einer Zusatzmaschine von 0 bis 130 Volt bei 260 Amp. geladen wird. Die Schaltanlage ist so eingerichtet, daß alle Hochspannung führenden Teile in besonderen, unzugänglichen Kammern untergebracht sind und für die betriebsmäßige Bedienung nur Niederspannungskreise geschaltet werden. Die Instrumente für die Generatoren sind in Schaltpulten untergebracht, die Hochspannungsverteilungstafeln und die Tafeln für die Erregermaschinen und Akkumulatoren stehen aufrecht. Von den Dampfmaschinen wurden zwei für 4500 PS und eine für 2600 PS von van den Kerchove, die beiden anderen für 4500 PS von Carel Frères gebaut. Sämtliche Maschinen sind Zwillingsverbundmaschinen mit Ventilsteuerung. Die Regulatoren sind mit elektrischer Drehzahlverstellvorrichtung versehen. Die Hauptabmessungen sind:

	v. d. Kerchove	Carel	
Durchmesser des Hochdruckzylinders . . . . mm	660	870	850
Durchmesser d. Niederdruckzylinders . . . . mm	1140	1500	1400
Hub . . . . . mm	1370	1500	1350
Drehzahl	94	83	83
Admissionsdruck . . . at	9 1/2	9 1/2	9 1/2
Füllung des Hochdruckzylinders	0,32	0,30	0,435
Leistung . . . . . PSe	2600	4500	4500
Schwungmoment . . m^2kg	700 000	1 700 000	1 700 000
Dampfverbrauch pro PS.St. kg	4.4	4.35	5.55

Die Erregermaschine wird durch eine stehende Zwillingsverbundmaschine angetrieben, die bei 460 Umdr. pro Min. 150 PS leistet. Der Dampfverbrauch ist 7,2 kg pro PS.St. Die Zentralkondensationsanlage besteht aus drei Einspritzkondensatoren mit barometrischer Depression. Die Kondensatoren stehen auf hohen Türmen; ihr Wasserspiegel liegt etwa 17 m über den Abwasserrohrleitungen. Die Luftpumpe wird mittels eines 115 PS-Gleichstrommotors angetrieben. Für 50000 kg Dampf/St. sind 1050 cbm Kühlwasser erforderlich. Dabei beträgt das Vakuum 90 %, das Kondensat ist 41° warm. Die Kesselanlage besteht aus 10 Babcock- und Wilcox-Kesseln mit Überhitzer für 10 Atm., 375 qm wasserberührter Heizfläche und 9,3 qm Rostfläche. Der Wirkungsgrad der Kessel beträgt 76 %. Die Rohrleitungen sind als Ringleitungen ausgeführt und sämtlich mit Wärmeschutz versehen. Das Speisewasser wird dem Willebroeckkanal entnommen und mittels Zentrifugalpumpen nach den Wasserreinigern System Dervaux befördert. Von hier aus gelangt es mittels dreier Worthington-Pumpen, die, wie die Zentrifugalpumpen, elektrisch angetrieben werden, nach den Ekonomisern System Green, die es auf 105° vorwärmen. Die Kohlen werden mittels eines Kranes aus den Kähnen oder Eisenbahnwagen entladen und mittels eines endlosen Riemens nach dem Kohlenbrecher im Kesselhaus befördert. Von hier aus gelangen sie mittels eines schrägen Förderbandes nach den Kohlenspeichern über den Kesseln. Die Kohlentransportanlage ist für 20 t/St. eingerichtet.

Die Unterwerke enthalten Motorgeneratoren, Zusatzmaschinen, je eine Akkumulatorenbatterie und die erforderlichen Schaltapparate. Da das Stadtnetz von Brüssel ein Dreileiternetz ist, steht im Unterwerk *B* ein Ausgleichmaschinensatz mit Spannungsteilung durch Drosselspulen im Gleichstromanker. Das Unterwerk *A* enthält vier Motorgeneratoren. (1000 PS Drehstrom-Synchronmotor, 5000 Volt, 300 Umdr./Min., 700 KW-Gleichstromgenerator, 250 Volt, Gesamtwirkungsgrad 88 %.) Die Zusatzmaschinen für Spannungsregulierung der Speisepunkte liefern 0 bis 65 Volt Gleichstrom bei 1000 Amp. und werden durch 120 PS-Drehstrommotoren für 250 Volt angetrieben. Die Kapazität der Akkumulatorenbatterie beträgt 8700 Amp.St. Das Unterwerk versorgt 69 Speiseleitungen. Das Unterwerk *B* enthält sechs Motorgeneratoren für je 375 KW Gleichstromleistung bei 375 Umdr./Min., zwei Zusatzmaschinen für 0 bis 65 Volt bei 600 Amp. und ein Ausgleichmaschinensatz für je 50 KW bei 125 Volt. Die Kapazität der Akkumulatorenbatterie beträgt 2800 Amp.St. Die Unterwerke *C*, *D* und *E* enthalten je zwei Motorgeneratoren für 200 KW Gleichstromleistung, zwei Zusatzmaschinen für je 450 Amp. und Akkumulatorenbatterien für 2800, 1440 bzw. 2520 Amp.St.

Die Beschaffenheit und Entwicklung des städtischen Elektrizitätswerkes Mainz. Von Fürkel. (E. T. Z., 5., 12. und 19. Dez. 1907, S. 1167, 1196 und 1214.)* Seit 1899 in Betrieb, von Schuckert & Co. ausgeführt. Da das Werk 5 km vom Mittelpunkt der Stadt entfernt liegt, wurde Drehstrom von 3200 Volt (51,5 Perioden) gewählt. Grundfläche der Gebäude = 3114 qm. Maschinensaal 68 × 20 m (15 t-Kran), Kesselhaus 48 × 14 m. Gegenwärtige Leistungsfähigkeit = 4000 PS, 1908 sollen noch eine 3600 PS-Dampfturbine, System Zoelly, mit Turbogenerator der Siemens-Schuckertwerke und zwei Kessel von je 300 qm Heizfläche aufgestellt werden. Insgesamt sind gegenwärtig vorhanden: fünf liegende Dampfmaschinen, davon drei zu je 500 PS, eine zu 1000 PS, eine zu 1500 PS. Außer einem Schornstein (Höhe 54 m, lichte Öffnung 2,5 m) ist eine mechanische Rauchabzugsanlage (geliefert von den Siemens-Schuckertwerken) für rd. 1000 qm Kesselheizfläche vorhanden (Antrieb durch einen regelbaren 20 PS-Drehstrommotor). Rauchgasanalysator registriert selbsttätig die Analysen. Zwei Wasserentölungsapparate von Schulz für je 15 cbm pro Stunde. Eine Wasserreinigung System Vorane für 15 cbm pro Stunde. Mechanische Kohlenzufuhr zu den Kesseln, geliefert von Karl Schuck, Darmstadt. Verschiedene Kessel sind nachträglich für Kettenrostfeuerung umgebaut. — Die Schaltanlage ist in zwei Etagen angeordnet; die

untere dient zur Verteilung des Stromes auf vier Speisepunkte, die obere enthält die Schalter und Instrumente für die Maschinen. Die obere Schaltanlage ist in zwei Teile getrennt, die einzeln spannungslos gemacht werden können. Es sind auch Einrichtungen getroffen, um entweder die ganze obere oder untere Schaltanlage spannungslos zu machen. — Die Speisekabel sind in einem an der Peripherie der Stadt gelegenen Unterwerk so unterteilt, daß sie dort nach Bedarf auf Sammelschienen parallel geschaltet werden können. Vier Hauptspeisepunkte, ringförmiges Hochspannungsnetz mit 66 Transformatorenunterwerken, die meist in Litfaßsäulen untergebracht sind. Die Niederspannungs- und Hochspannungskabel sind in denselben Gruben verlegt, jedoch zur Unterscheidung liegen die ersteren 1 m, die letzteren 70 cm tief (Abdeckung durch Ziegelsteine). Gesamtlänge des Kabelnetzes 140,7 km. — Gesamteinnahmen für Strom pro Jahr (ohne Straßenbahn) = M. 573 232. Reine Erzeugungskosten = 5,58 Pf., Selbstkosten (einschließlich Amortisation etc.) 15,01 Pf. pro KW.St., Kohlenverbrauch pro KW.St. = 1,62 kg. Einnahme pro abgegebene KW.St. im Mittel = 22 Pf. Reiner Überschuß M. 242 104. Anlagekapital des Werkes M. 1 732 714.

Southern Water Power Development. (El. World, 28. Dez. 1907, S. 1241.)* Die Industriestadt Charlotte, NC, wird vom Catawba River aus auf 29 km Entfernung durch die Southern Power Co. mit Elektrizität versorgt. Zwei Kraftwerke am Catawba River zu 10 000 und 40 000 PS. Geplant ist die Errichtung eines weiteren Kraftwerks für 40 000 PS am Creek River und für 24 000 PS bei Spartanburg. Das 40 000 PS-Kraftwerk am Catawba-River nutzt 23,2 m Gefälle aus. Zur Errichtung des Kraftwerkes wurde eine besondere, 19,3 km lange Anschlußbahn gebaut. In dem Werk sind aufgestellt: 8 Turbinen zu je 5200 PS, gekuppelt mit 3000 KW-Drehstromgeneratoren (2300 Volt, 60 Perioden), 2 Stück 700 PS-Turbinen zum Antrieb von 2 Stück 400 KW-Gleichstrom-Erregermaschinen und 4 Sätze zu je drei 2000 KW-Transformatoren mit Wasserkühlung. Fernleitung in 4 Leitungssträngen mit 44 000 Volt. — Der elektrische Strom wird abgegeben zu einem Preis von M. 80 pro PS und Jahr bei täglich 11 Stunden Benutzungsdauer, Dampfkraft kostet unter günstigen Bedingungen das Doppelte.

Elektrizitätswerk und Straßenbahn der Stadt Troppau. Von O. Arnknecht. (E. T. Z., 2. Jan. 1908 und 9. Jan. 1908, S. 7 und 26.)* Ausführliche Beschreibung einer von der A. E. G. gebauten normalen Anlage für eine Stadt von rd. 30 000 Einwohnern. Für das Licht- und Kraftnetz wird 2 × 220 Volt Gleichstrom, für die Straßenbahn (insgesamt 5 km Gleislänge) 500 Volt Gleichstrom erzeugt.

The Reconstruction of the Power System of the New Orleans Railway and Light Company. (Street R. Journ., 7. Dez. 1907, S. 1082.)* Die Anlagen umfassen je ein Gleichstromwerk für Licht und Bahn und ein Wechselstromwerk für die Außenlinien. Gesamtleistung 25 000 KW mit Erweiterungsmöglichkeit bis 50 000 KW. Gleichstrom von 250 und 600 Volt, Wechselstrom von 2300 und 6600 Volt bei 60 Perioden. Die hohe Periodenzahl wurde mit Rücksicht auf gemeinsamen Licht- und Bahnbetrieb gewählt. Beschreibung der Einzelheiten des Kraftwerks und der Unterwerke.

Wasserkraftanlage an der Murg. (E. u. M., Wien, 22. Dez. 1907, S. 1001.) Durch drei Talsperren sollen 46 000 000 cbm gestaut werden. Die mittlere Leistung beträgt 20 000 PS, die Jahresleistung 150 Mill. PS.St. Es soll Drehstrom von 5000 Volt erzeugt und mit 50 000 Volt verteilt werden. Die Anlagekosten werden M. 20 000 000 oder M. 1000/PS mittlerer Leistung betragen. Die PS.St. soll sich auf 0,8 bis 1,0 Pf. stellen.

Die Wasserkraftanlage in den Abruzzen bei Pescara. (E. u. M., Wien, 29. Dez. 1907, S. 1019.) Die Wasserkraft des Pescara (30 cbm) wird in 2 Staffetten ausgenutzt, im Werk von Tremonti (8400 PS, 27 m Gefälle) und im Werk von Piano d'Orte (22 000 PS, 72 m Gefälle). Es wird Drehstrom von 6000 Volt erzeugt, zum Teil auf 25 000 Volt heraufTransformiert und nach Bussi, Piano d'Orte, Castellamare und Francavilla geleitet. Der zweite Fall wird im kommenden Jahr voll ausgenutzt sein.

Die Dampfturbinenanlage des Maschinenbaulaboratoriums der Kgl. Techn. Hochschule Charlottenburg. (Zeitschr. f. d. ges. Turbinenwesen, Heft 34, 10. Dez. 1907 und Heft 35, 20. Dez. 1907.) Der erste Aufsatz enthält eine Beschreibung der neu aufgestellten Turbogeneratoren, einer Turbine von 300 KW, Bauart Brown-Boveri, und einer zweiten von 200 KW, Bauart A. E. G.; beide mit indirekter automatischer Regulierung. Die Turbinen sind mit Gleichstromdynamos gekuppelt, die Ventilatorkühlung besitzen. Die indirekte Regulierung hat sich gut bewährt, dagegen verursacht die Dynamokühlung störendes Geräusch.

In dem zweiten Aufsatz sind die Versuchseinrichtungen besprochen und die Ergebnisse der Versuche, die sich auf die Turbinen, die Oberflächenkondensationen und die Dampfkesselanlage erstreckten, veröffentlicht. Hervorzuheben ist das tadellose Arbeiten der Dynamokommutatoren, die bei verschiedenen Belastungen völlig funkenfrei liefen.

Die neue Überlandzentrale der Braunschweigischen Kohlenwerke in Helmstedt. (Zeitschr. f. d. ges. Turbinenwesen, Jahrgang 1908, Heft 1, S. 3 ff.) Die Braunkohle konnte bisher bei ihrem 3 bis 4 mal geringeren Wärmewerte mit der Steinkohle nur dort in erfolgreichen Wettbewerb treten, wo die Beförderungskosten eine untergeordnete Rolle spielten; selbst die Verwertung in Gestalt von Briketts hat daran wenig geändert. Um ihr Verwendungsgebiet zu erweitern, ist es neuerdings versucht worden, die Braunkohle unmittelbar an der Grube zur Dampfkesselheizung zu benutzen und umgewandelt in hochgespannten Wechselstrom der Umgebung nutzbar zu machen.

Die erste derartige Anlage großen Stils ist das Überlandkraftwerk der Braunschweigischen Kohlenwerke in Helmstedt. Das Werk, das erst zum Teil ausgebaut ist, liefert Drehstrom von 5000 bis 5500 Volt und 50 Perioden, der durch Turbogeneratoren Bauart Brown-Boveri erzeugt wird. Es sind bisher zwei Turbinen von je 750 KW und eine von 1800 KW aufgestellt, und es ist eine Vergrößerung um zwei weitere Maschineneinheiten von 1800 KW geplant, so daß im ganzen ungefähr 8500 PS zur Verfügung stehen werden. Das Wirkungsgebiet der Anlage soll sich auf 20 km Radius erstrecken.

Sollte sich dieses Werk wirtschaftlich bewähren, so wäre durch die Möglichkeit der unmittelbaren Ausnutzung anderer Kohlenlager die Lösung der elektrischen Vollbahnfrage ihrem Ziele wesentlich näher gerückt.

Dampfkraftwerke von der Società Lombarda in Mailand, Italien. (Zeitschr. f. d. ges. Turbinenwesen, Jahr-

gang 1908, Heft 3, S. 48, 49.) Eine ungemein rasche Entwicklung haben die Elektrizitätswerke der Società Lombarda, die 40 oberitalienische Städte mit Licht und Kraft versorgen, in wenigen Jahren durchgemacht.

Das erste Wasserkraftwerk von 12000 KW Leistung wurde im Jahre 1900 in Vizzola am Tessin eröffnet; schon ein Jahr später wurde die Errichtung einer zweiten Wasserkraftanlage von 5000 PS Leistung in Turbigo in Angriff genommen; aber noch vor deren Vollendung machte der gesteigerte Bedarf die Heranziehung neuer Arbeitsquellen notwendig. Dahin wurde in Castellanza ein Dampfkraftwerk mit zwei Dreifach-Expansionsmaschinen von zusammen 5400 PS Leistung erbaut, das im Jahre 1904 in Betrieb kam. Dieses Werk ist neuerdings durch Aufstellung einer 5000 KW-Dampfturbine erweitert worden, und es ist für absehbare Zeit eine abermalige Vergrößerung um 5000 KW in Aussicht genommen. Beide Kraftwerke können im Bedarfsfalle parallel miteinander geschaltet werden.

Außer den genannten Werken besitzt die Gesellschaft noch das Nutzungsrecht für eine schweizerische Wasserkraft von 2000 PS und 400 m Gefälle, die durch den Poschiavinosee gespeist wird.

Die Kraftwerke Brusio und die Kraftübertragung nach der Lombardei. (Schweiz. Bauz., Band 51, Nr. 1 bis 4, 1908.)* Die Kraftwerke Brusio sind die neuesten Stromerzeugungsanlagen zur Versorgung der Lombardei mit elektrischer Arbeit für Beleuchtungs- und industrielle Zwecke. Sie bilden eine weitere Unterstützung der anderen Kraftwerke der Società Lombarda per Distribuzione di Energia Elettrica, Mailand. Ausgenutzt wird der Poschiavinosee mit seinen zahlreichen Zuflüssen. Der Seespiegel kann um 1 m gestaut und um 7,4 m abgesenkt werden. Am Seeabfluß ist eine aus fünf Einzelschleusen bestehende Stauschleuse errichtet, deren einer Teil tiefer ausgebildet ist und als Kies- und Geschiebefang dient. Die Wasserfassung war schwierig und mußte in entsprechender Tiefe unter Seeniveau geschehen. Der Zulaufstollen für die Wasserfassung wurde für den oberen Teil normal und für den unteren pneumatisch unter Druckluft abgeteuft. Länge des Zulaufstollens 3,25 km. Anwendung einer Heberleitung für die erste Betriebszeit zwischen zwei Zulaufstollen. Der Zulaufstollen ist bis zum Wasserschloß als Tunnel ausgeführt und liegt 30 bis 130 m unter Bergoberkante. Bei allen Arbeiten wurde mechanische Hilfskraft in weitgehendster Weise benutzt. Das Wasserschloß wurde außerordentlich sicher angelegt und ausgemauert. Die Wasserstände werden durch Schwimmer und Kontakteinrichtungen im Kraftwerke angezeigt. Vom Wasserschloß führen 6 Druckrohre von je 850 auf 750 mm l. W. zum Kraftwerk. An Gefällsbruchpunkten sind die Druckrohre mit Expansionsstopfbüchsen versehen. Druck ca. 420 m, Wassergeschwindigkeit in den Rohren ca. 3,5 m pro Sek.

Das Kraftwerk liegt in Campocologno eingeklemmt zwischen Fluß und Straße auf schwierigem Baugrund, der 10% Gefälle hat. Gegen den Fluß mußte eine Uferstützmauer gezogen werden mit einer Fußstärke von 3,2 m und bis 2 m unter Flußbett. Länge des Maschinensaales 100 m. Hier sind aufgestellt 12 hydroelektrische Maschinensätze von je 3000 bis 3500 PS bei 375 Umdr. pro Min. und vier Erregergruppen von je 250 PS bei 430 Umdr. pro Min. Eingehende Beschreibung der Turbinenregulatoren und ihre zweckmäßigste Verwendung für den vorliegenden Fall. Es sind zwei Turbinentypen zur Aufstellung gekommen. Peltonturbinen von Escher, Wyß & Cie. mit Servomotorregulierung und Girardturbinen von Piccard, Pictet & Cie. mit mechanischem Regulator. Wasserzußrohre unter Maschinenhausfußboden. Da starke Belastungsschwankungen nicht auftraten, soll später den Peltonturbinen mit Schnellregulierung der Vorzug gegeben werden. Verbindung zwischen Antriebsmaschine und Generator durch Zodel-Voith-Kupplung.

Extensions of Generating Plant at Easthourne. (Elect. Engin., 9. Jan. 1908.) Die älteste 25 KW-Maschine mit Riemenantrieb war bereits im Jahre 1882 für Brush-Bogenlicht im Betrieb; später wurden noch zwei ähnliche Einheiten von 75 KW und 100 KW zugefügt. Im Jahre 1902 wurde ein neues Werk errichtet, in welchem neben den übertragenen 75 und 100 KW-Generatoren noch zwei Einheiten für direkte Kupplung mit Schnellläufern à 400 KW, eine zu 200 KW, eine zu 150 und 50 KW, zur Aufstellung gelangten. Im letzten Jahre wurde ein 750 KW-Wechselstromturbogenerator von Bruce Peebles & Cie. hinzugefügt und bei sämtlichen Maschinen Kondensation eingeführt. Der Turbogenerator erzeugt bei 1500 Umdr. pro Min. 2200 Volt und 50 Perioden bei $\cos \varphi = 0{,}8$, 990 KVA. und kann während zwei Stunden mit 25% während ½ Stunde mit 33% überlastet werden. Die Spannungsänderung zwischen Leerlauf und Vollast beträgt 7% bei nicht induktiver und 17% bei induktiver Belastung. Der Erreger für 15 KW ist an den Generator direkt angebaut und dient durch Feldregulierung zur Spannungsänderung. Ventilation mittels an den Rotor angebauten Flügeln. Der Kondensator für die Willans-Parsonsturbine ist nach der Contraflotype von Richardson, Westgarth erbaut. Die zugehörige Luftpumpe wird mittels kombiniertem Repulsions-Induktionsmotor für 12 PS, 720 Umdr. pro Min., 200 Volt betrieben, die Zirkulationspumpe mittels 12 PS, 1450 Umdr. pro Min., Induktionsmotor mit Schleifringen. Als Rückkühlanlage dient ein Kühlteich mit Berieselung durch 80 Streudüsen.

Electric Equipment of Modern Engineering Works. (Elect. Enging., 23. Jan. 1908.) Die vollkommen elektrische Einrichtung der Maschinenfabrik J. E. Hall, Datford, wird beschrieben: Kesselraum: Zwei Lancashirekessel, 11½ Atm., mit Doppelrost, Handfeuerung, separate Überhitzer, Ekonomiser. Maschinenraum: Zwei vertikale Kompoundmaschinen zu je 350 PS, 350 Umdr. pro Min. (William-Robinson), direkt gekuppelt mit 220 KW-Kompoundgeneratoren für 120 Volt, Dampfverbrauch 7,8 kg pro KW.St. mit und 9,5 kg ohne Überhitzung. Zentraloberflächenkondensation. Motorgenerator zu 60 KW und 21 KW für 550/120 Volt Gleichstrom für Hilfsmaschinen. Für Schweißzwecke dient 52 KW-Motorgenerator, 750 Umdr. pro Min., bestehend aus 80 PS-Nebenschlußmotor und 52 KVA.-Wechselstromgenerator für 350 Volt, 130 Amp. bei 50 Perioden und zwei kleinere Einheiten zu je 35 KVA., welche sämtlich parallel arbeiten. Die Schweißapparate selbst arbeiten mit 4 Volt sekundärer Spannung, Regulierung mittels Autotransformator. Die Hauptschalttafel befindet sich auf einer Galerie, 2,5 m über Maschinenraum, ist 10 m lang und enthält 16 Felder, deren Einrichtung näher beschrieben ist.

Herausgegeben von Professor Dr. Jug. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN
CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GORGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; C. MARBURG, Adjt. Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. — **24. April 1908.** — **Heft 12.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36 maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Anzeigenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Die Hochspannungsprüfanlagen der Kabelfabrik der Siemens-Schuckertwerke, Nonnendamm. Von Leo Lichtenstein, Berlin. (Schluß.) S. 225.

Die 15000 Volt-Wechselstromlokomotive Seebach—Wettingen. Von Ing. St. Herzog. (Schluß.) S. 229.

Kleine Nachrichten. S. 233. Beschreibung ausgeführter oder geplanter Bahnanlagen sowie besonderer Systeme: Elektrische Bahn Managlie—Abbazia Lovrana. — Bau der Strecken: Auf Gleis und Straße fahrbare Montageleiter. — Beleuchtung, Heizung, Lüftung: Moderne elektrische Zugbeleuchtung in Amerika. — Allgemeines: Der Werdegang der Elektrotechnik. (Schluß.) — Zugkraft elektrischer Maschinen. — Aus dem Rechtsleben: Bedeutung elektr. Stromleitungen. — Hauptsicht. — Berichtigung.

Aus den Geschäftsberichten. S. 239. Betriebsbericht für 1906 der städtischen Straßenbahn zu Freiburg i. B. (Schluß).

Neue Bücher. S. 241. — **Zeitschriftenschau.** S. 241.

Die Hochspannungsprüfanlagen der Kabelfabrik der Siemens-Schuckertwerke, Nonnendamm.

Von **Leo Lichtenstein**, Berlin. (Schluß.)

Wie bereits erwähnt, können die 4 Hauptprüffelder außer von der 3×80000 Volt auch noch von der alten 3×40000 Volt Anlage gespeist werden. Diese besteht aus 3 Wechselstromtransformatoren für 20 KW, 23000 Volt / 120 Volt, 50 Perioden und einem Motorgenerator für 20 KW 120 Volt Drehstrom. Die Transformatoren sind in Stern geschaltet. Da sie nur für 25000 Volt isoliert sind, so kann die Anlage die 40000 Volt nur bei isolierten Außenleitern hergeben.

Außer dem Hauptprüffelde verfügt das Werk über eine Anzahl Prüffelder für Spezialzwecke. Zur Prüfung von Gummiadern dient eine 20000 Volt Anlage. (s. Fig 256). Sie besteht aus einem Motorgenerator für 10 KW, 1000 Volt, / 2000 Volt, 50 Perioden und einem Transformator für 10 bis 20 KW, 1000 Volt / 20000 Volt. Die Schaltung ist aus der Fig. 257 ersichtlich. Auch diese Anlage speist eine Anzahl getrennter Räume mit Behältern zur Aufnahme der zu prüfenden Gummiadern. Für die Sicherheit der in dieser Anlage beschäftigten Personen wurde in ähnlicher Weise wie bei den bereits beschriebenen Anlagen gesorgt. So sind die Erregerstromkreise über Türkontakte geführt, um bei zufälliger Öffnung des unter Spannung stehenden Raumes unterbrochen zu werden.

Die Fig. 258 und 259 geben die Schaltungsschemata der Prüfanlagen für 10000 Volt Wechselstrom und 750 Volt Gleichstrom wieder.

Wir kehren jetzt in das Hochspannungslaboratorium zurück und beschäftigen uns noch kurz mit der bereits erwähnten Einrichtung für Kapazitätsmessungen.

Kapazitätsmessungen mit Gleichstrom liefern bekanntlich nur dann einigermaßen zuverlässige Werte, wenn der Isolationswiderstand des Kabels mehrere hundert Megohm pro km beträgt. Ist der Isolationswiderstand gering, so wird der Ausschlag des Galvanometers durch den Isolationsstrom vergrößert. Die Kapazität wird scheinbar größer. Diesen Übelstand kann man zum Teil vermeiden, wenn man zur Messung statt des Ladevorgangs den Entladevorgang benutzt; doch viel besser ist es, die Kapazität mit Wechselstrom zu bestimmen. In der Regel wird hierbei mit der Betriebsspannung gearbeitet. Ist die Kabellänge gering, so ist es schwer, den Ladestrom mit den üblichen Instrumenten genügend genau zu bestimmen. Dazu kommt noch folgender Umstand: Die Ladungsmessungen mit Hochspannung schließen sich naturgemäß an die normalen Spannungsproben an. Es würde deshalb eine große Verzögerung des Fabrikbetriebes bedeuten, wollte man bei sämtlichen Kabeln den Ladestrom in dieser Weise bestimmen. Anderenseits liefern aber doch die Werte der Kapazität oft wertvollen Aufschluß über die Vollkommenheit der Kabeldurchtränkung, und es erschien deshalb erwünscht, die Ladungsbestimmungen unabhängig von den normalen Spannungsproben vornehmen zu können. Diesem Bedürfnis entspricht eine Anordnung, die von Herrn Kastalski getroffen wurde. Sie gestattet, die Kapazität an kurzen

Fig. 256. Teneres des Prüffeldes für Gummiaderleitungen.

Kabelstücken (von etwa 10 m Länge) mit einer Spannung von etwa 100 Volt zu messen, und besteht im wesentlichen aus einem Spiegeldynamometer für Wechselstrom, einem Präzisions-Spannungszeiger für Gleich- und Wechselstrom von Siemens & Halske und einem Vergleichskondensator.

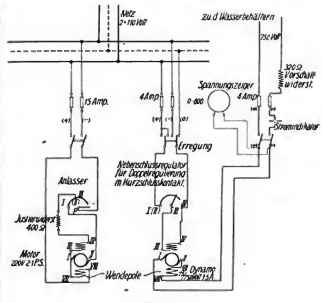


Fig. 259.
Schaltungsschema der 750 Volt-Gleichstromanlage.

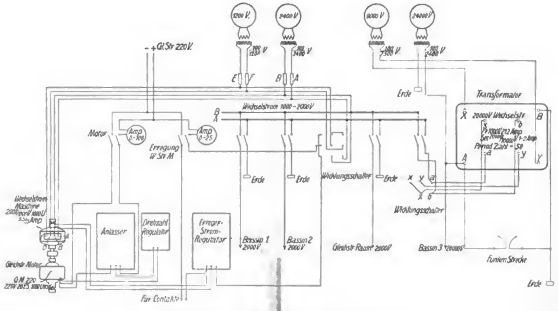


Fig. 257. Schaltungsschema der 20 000 Volt-Anlage.

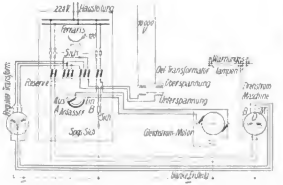


Fig. 258. Schaltungsschema der 10 000 Volt-Anlage.

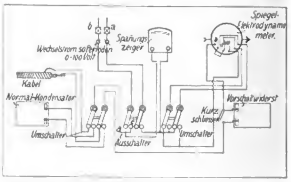


Fig. 260. Schema der Anordnung zum Messen der Kapazität von Kabeln.

Fig. 260 gibt das Schema der Anordnung. Die Leitungen a, b führen zur Stromquelle, der rechts gezeichnete Umschalter gestattet, die Stromrichtung in einem Spulensatz des Dynamometers und damit auch die Richtung des Spiegelausschlages nach Belieben zu ändern, um so den etwaigen Fehler einer ungenauen Nulleinstellung zu eliminieren. Um das Instrument bei etwaigem Kabelfehler vor Stromüberlastung zu schützen, ist der auf der Skizze ersichtliche Vorschaltwiderstand vorgesehen. Bei kurz geschlossenem Widerstand entspricht ein Teilstrich der Skala 37×10^{-6} Amp. Wie ersichtlich, gestattet die Anordnung Fig. 260, die Kapazität sowohl aus dem Vergleich mit einem Normalkondensator, wie auch direkt aus Strom und Spannung zu bestimmen. Zuverlässig sind die so gewonnenen Werte natürlich nur bei tunlichst sinusförmiger Spannungskurve. Die nachstehende Tabelle enthält einige mit der Schaltung Fig. 260 gemessenen Werte und daneben die mit Hochspannung bestimmte Kapazität.

Kabeltype	Kapazität gemessen mit 7000 Volt bei 50 Perioden	Kapazität gemessen mit ca. 18 Volt bei 50 Perioden
1) 3×105 qmm sektorförmig für 3×3500 Volt	0,0972 Mikrofarad	0,0972 Mikrofarad
2) 3×105 qmm sektorförmig für 3×3500 Volt	0,0830 » »	0,0840 » »
3) 3×105 qmm sektorförmig für 3×3500 Volt	0,0936 » »	0,0941 » »

Es braucht kaum hinzugefügt zu werden, daß die gemessene Kapazität der Quadratwurzel aus dem Ausschlage des Instrumentes α proportional ist: $C = \text{Konst.} \sqrt{\alpha}$.

Nachdem wir die stationären Anlagen des Werkes uns angesehen haben, wenden wir uns jetzt der Beschreibung der Reiseeinrichtungen zur Prüfung verlegter Kabelstrecken. Nach den Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker sind die Kabelanlagen nach der Verlegung mit $1^1/_4$ bis $1^1/_2$facher Betriebsspannung

Fig. 261. Äußeres des Transformatorenwagens zur Prüfung verlegter Kabel.

zu prüfen. Diese Spannung wird meist bedeutend überschritten, und neuerdings verlangen die Abnehmer ziemlich allgemein eine Prüfung mit doppelter Betriebsspannung. Bei 20000 Volt im Betriebe entspricht dies also einer Prüfspannung von 40000 Volt. Die Reiseanlagen haben also z. Zt. bis 40000 Volt zu liefern und sind dem hohen Ladestrom entsprechend für bedeutende Leistung zu projektieren. Daneben haben sie eine Reihe weiterer Forderungen zu erfüllen. Die am Ort der Kabelprüfung verfügbare Spannung ist je nach der Eigenart der Anlage verschieden, meist ist sie nur die Spannung, mit der die Kabel später betrieben werden sollen, und so hat die Reiseeinrichtung 6000 Volt in 9000 Volt, 10000 Volt in 15000 Volt u. dgl. umzuwandeln — lauter äußerst ungünstige Übersetzungsverhältnisse. Spartransformatoren anzuwenden, geht nicht an, weil dann bei der Prüfung der Innenleiter gegen den Bleimantel die Maschinen einpolig geerdet werden würden. Es bleibt nichts anderes übrig, als — allgemein zu reden — den Strom zweimal zu transformieren. Eine andere wichtige Forderung: die Einrichtung muß leicht transportabel, dabei von möglichst leichter und gedrungener Bauart sein; wenn irgend angängig, sind Lufttransformatoren zu verwenden.

Nach diesen Gesichtspunkten sind die beiden Reiseanlagen der Siemens-Schuckertwerke projektiert. Eine ist für die Prüfungen bis 20000 Volt, die andere für die

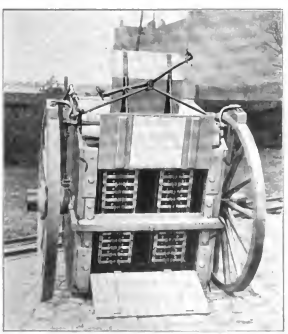


Fig. 262. Niederspannungsseite des Prüfwagens.

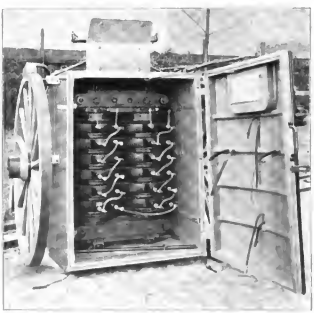


Fig. 263. Hochspannungsseite des Prüfwagens.

Fig. 264. Ansicht des Spezialwagens für Kabelprüfungen bis zu 40000 Volt Prüfspannung.

bis 40000 Volt bestimmt. Wir beginnen mit der Beschreibung der ersteren. Sie besteht aus zwei genau gleichen Lufttransformatoren für 50 KVA, maximal 20000 Volt Oberspannung bei 50 Perioden. (Fig. 261, bis 263). Die Unterspannungsseite ist vielfach umschaltbar eingerichtet. Die Spulenenden sind sämtlich ausgeführt und an einem Klemmenbrett befestigt. (s. Fig. 262). Sie lassen sich in leicht ersichtlicher Weise durch Kupferbügel miteinander verbinden. Auch die Enden der Oberspannungsspulen sind in Hartgummibügeln ausgeführt und werden nach Bedarf durch kurze Gummiadern miteinander verbunden. (s. Fig. 263). Auf diese Weise kann man die Transformatoren für alle Spannungen von etwa 100 bis 2500 primär und rd. 16500 bis 20000 sekundär schalten. Bei den meisten Prüfungen wird nun in der Weise verfahren, daß ein Transformator die zur Verfügung stehende Spannung herunter, der andere sie wieder herauftransformiert. Zur Spannungsmessung dient ein Meßtransformator für 20000 Volt. Die Unterspannung allein zu messen und auf die Oberspannung durch Umrechnung zu schließen, geht nicht an, da die Streuung die bei starker Kapazitätslast bekanntlich eine wesentliche Rolle spielt, mit der Schaltung wechselt. Bei der Prüfung langer Kabelstrecken ist aus diesem Grunde große Vorsicht am Platze. Andernfalls, namentlich bei vorhandenen Unsymmetrien, wird man nach dem Einschalten eine Spannung finden, die die zu erwartende bei weitem übertrifft. Im vorliegenden Falle liegt die Gefahr wegen der doppelten Transformierung natürlich besonders nahe. Die Anlage, von der im obigen die Rede war, gestattet die Prüfung einer etwa 6 km langen ungeteilten Kabelstrecke mit 20000 Volt. Im Notfall kann man bis auf etwa 9 km gehen. Wie aus den Fig. 261 bis 263 ersichtlich, sind die beiden Transformatoren in Kasten eingebaut und auf Rädern montiert. Diese Anordnung empfiehlt sich durch ihre bequeme Transportfähigkeit. Die Anlage hat seit Jahren zahlreiche, zum Teil recht beschwerliche Reisen (gelegentlich im Gebirge) mitgemacht und hat nie Anlaß zu Klagen gegeben. Der elektrische Teil war nach der Herstellung mit 40000 Volt geprüft worden. Durchschläge oder sonstige Störungen im Betriebe sind seitdem nicht vorgekommen.

Übersteigt die Betriebsspannung 20000 Volt, so lassen sich Lufttransformatoren mit erforderlicher Isolation nicht mehr gut herstellen. Bei der Ausführung der zweiten 40000 Volt Reiseeinrichtung mußte man daher zu den Öltransformatoren übergehen. Für die Gestaltung dieser Anlage war das Bestreben maßgebend, die Spannung von Null an langsam und stetig regulieren zu können. Man weiß, wie verderblich oft die Folgen plötzlichen Einschaltens der Spannung werden. Bei der Prüfung verlegter Kabelstrecken ist man nur selten in der glücklichen Lage, die Spannung allmählich erhöhen zu können. In den wenigen Fällen, in denen man die Maschinen zur völligen Verfügung bekommt, haben diese eben nur wenige Regulierstufen. Spannungs-Regulierung durch allmähliche Erhöhung der Drehzahl ist wegen der Resonanzgefahr natürlich unzulässig. Es bleibt daher meist nichts anderes übrig, als die volle Spannung mit einem Ruck einzuschalten. Um diese Eventualität bei den hier in Frage kommenden hohen Spannungen zu vermeiden und gleichzeitig die Anlage für alle möglichen gegebenen und verlangten Spannungen geeignet zu machen, ist folgende Anordnung getroffen worden. Die Anlage besteht aus drei Transformatoren für je 100 KVA und entsprechend 25000 Volt 1000 Volt 1000 Volt
1000 Volt ' 1000 Volt' 40000 Volt Übersetzungsverhältnis bei 50 Perioden.

Die Oberspannungsseite des ersten Transformators ist umschaltbar eingerichtet. Der Transformator kann bei voller Leistung auch noch die Spannung von 12500 Volt in 1000 Volt umsetzen.

Der dritte Transformator ist nicht umschaltbar, wohl aber ist der Mittelpunkt der Oberspannungswicklung besonders ausgeführt worden. Der zweite Transformator schließlich ist als Spartransformator mit stetig veränderlicher Übersetzung ausgebildet und kann bei 1000 Volt primär/sekundär praktisch alle Spannungen von 10 bis 1000 Volt liefern. Der Zweck dieser immerhin etwas komplizierten Anordnung ist leicht ersichtlich. Die Prüfanlage soll ihrer Bestimmung gemäß auf der Strecke nach Bedarf 20000 bis 40000 Volt liefern. Die an Ort und Stelle verfügbare Spannung beträgt in der Regel $^1/_2$ bis $^2/_3$ der Prüfspannung, d. h. 10000 bis etwa 25000 Volt. Handelt es sich um die Betriebs- bzw. Prüfspannung von 10000 bzw. 20000 Volt, so kommen die schon beschriebenen fahrbaren Transformatoren zur Verwendung. Nicht selten aber wird eine Prüfung mit 25000 Volt bei 10000 Volt oder mit 30000 Volt bei 15000 Volt Betriebsspannung verlangt. In diesen Fällen wird die Oberspannungswicklung des ersten Transformators auf 12500 Volt umgeschaltet, um bei verlangter Übersetzung möglichst mit voller Leistung der Anlage arbeiten zu können. Die Prüfspannung wird stets mit einem Meßtransformator für 20000 Volt bestimmt. Übersteigt die Spannung 20000 Volt, so wird der Meßtransformator an eine Außenklemme und den besonders ausgeführten Mittelpunkt der Oberspannungswicklung angeschlossen. Die Schaltkontakte und die Zuleitungen des Spartransformators für $\frac{1000\text{ Volt}}{1000\text{ Volt}}$ sind so stark bemessen, daß sie in jeder praktisch vorkommenden Lage den der vollen Leistung entsprechenden Strom dauernd aushalten können. Damit ist zunächst die Möglichkeit gegeben, die Prüfspannung beim Einschalten praktisch von Null an langsam auf ihren vollen Wert zu bringen; dann aber gestattet die Anordnung, jede gewünschte Übersetzung bei nahezu voller Leistung dauernd zu erhalten.

Die beiden Hochspannungstransformatoren sind als Öltransformatoren ausgebildet und auf kleine, kräftige Räder gesetzt (s. Fig. 264). Um die Endausführungen mechanisch und gegen Feuchtigkeit zu schützen, werden sie beim Transport mit gut schließenden Blechhauben bedeckt. Der Spartransformator ist nahezu vollständig eingekapselt, nur die Unterseite ist frei geblieben. Die Deckplatte ist schornsteinartig durchbrochen, um den für die wirksame Abkühlung erforderlichen Luftzug zu

schaffen. Die beiden Hochspannungstransformatoren sind nach der Fertigstellung mit 80000 Volt geprüft worden. Ursprünglich wollte man sie für 60000 Volt Betriebsspannung isolieren, um durch Hintereinanderschaltung nötigenfalls die Spannung von 60000 Volt herstellen zu können. Die Endausführungen würden aber hierbei so lang ausfallen, daß die Transformatoren nicht mehr bequem transportiert werden könnten.

Zu der Reise-Anlage gehört außer den drei Betriebstransformatoren und dem Meßtransformator noch ein geeigneter Hochspannungsschalter, sowie die erforderlichen Niederspannungsinstrumente. Für den Transport der ganzen Einrichtung dienen 3 Spezialwagen (s. Fig. 264). Die Transformatoren bleiben in der Regel während der Hochspannungsproben auf ihren Wagen und werden mit diesen zusammen auf die Eisenbahnwagen verladen. Die Wagen sind so bemessen, daß alle drei zusammen in einem offenen Waggon bequem untergebracht werden können.

Die 15000 Volt-Wechselstrombahn Seebach—Wettingen.

Von Ing. **S. Herzog.** (Schluß.)

Schwierigere Aufgaben stellte die von Zürich ausgehende interurbane Telephonleitung, welche 28 Linien umfaßt und auf einer Länge von 17,75 km der Bahnlinie

Fig. 265. Strom- und Spannungskurve des Wechselstrom-Bahngenerators I.

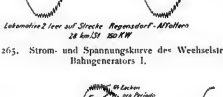


Fig. 266. Strom- und Spannungskurve des Wechselstrom-Bahngenerators I und II parallel.

zum Teil auf ihrer linken, zum Teil auf ihrer rechten Seite (Kreuzung der Telephonleitung mit der Bahn bei km 39,25 kurz vor Wettingen) in Entfernungen von 3 bis 4,5 m von der Gleisachse folgt. Bekanntlich wurde der erste Probebetrieb mit 15000 Volt und 50 Perioden (mit Umformerlokomotive) durchgeführt. Es traten nun Störungen auf, welche jedoch unbedeutend wurden, wenn die Spannungskurve mit einer Sinuskurve annähernd übereinstimmte, aber fast vollständig verschwanden, wenn in die Fahrdrahtleitung Strom von 15 bis 30 Perioden gesandt wurde. Durch die Umformerlokomotive selbst entstanden keine Störungen. Als aber die mit Wechselstromkommutatormotoren ausgerüstete Lokomotive 2 in Betrieb gestellt wurde, traten neue Störungen im Telephonnetz auf. Es wurden durch die Motoren dieser Lokomotive Oberschwingungen der elektromotorischen Kraft hervorgerufen mit einer Schwingungszahl proportional der Fahrgeschwindigkeit, mit ungefähr gleicher Amplitude (maximal 20% der Grundwellenamplitude) bei mehr als 20 km stündlicher Geschwindigkeit (Fig. 265 und 266). Die Amplitude dieser Zacken änderte sich nicht wesentlich,

Fig. 267. Strom- und Spannungskurve des Wechselstrom-Bahngenerators I

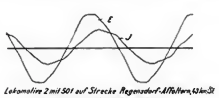


Fig. 268. Strom- und Spannungskurve des Wechselstrom-Bahngenerators I.

ob die Lokomotive leer oder mit einer Belastung von 150 t lief. Die Amplitude der Stromstärkezacken steigt und fällt ungefähr symmetrisch mit der Grundwelle, während diejenige der Spannungszacken ungefähr an gleicher Stelle das Maximum hat, wo dasjenige der Stromstärkekurve liegt, also sich um die Phasenverschiebung aus der Symmetrieachse verschiebt. Arbeitet nur ein Motor, so sind die Schwingungen regelmäßiger; bei den zwei normal in Reihe geschalteten Motoren werden die Zacken leicht unregelmäßig und nehmen den Charakter von Interferenzerscheinungen an. Die Zahl der Oberschwingungen stimmt mit der Zahl der Läufernuten überein, die bei der betreffenden Geschwindigkeit an einem Ständerpol vorübergehen. Diese, die Telephonstörungen hervorrufenden Oberschwingungen wurden nicht durch Kommutation bedingt, denn dieselben bestehen z. B. auch, wenn die Armaturen stromlos gemacht und mechanisch gedreht werden, sowie das Magnetfeld mit dem Fahrleitungsstrom erregt wird. Es sind auch nicht die Schwingungen der Stromstärke, welche stören, sondern die Schwingungen der in den Motoren erzeugten elektromotorischen Kraft. Die Störungen sind infolgedessen unabhängig von dem Ort der Lokomotive. Versuche mit Motoren mit geschlossenen Ankernuten und verteilten Erreger- und Hilfs-

Fig. 269. Ansicht der Lokomotive I.

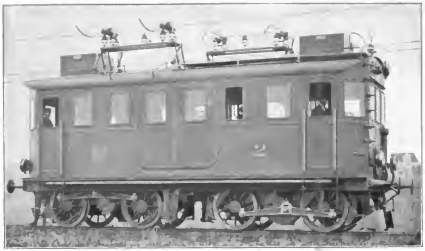
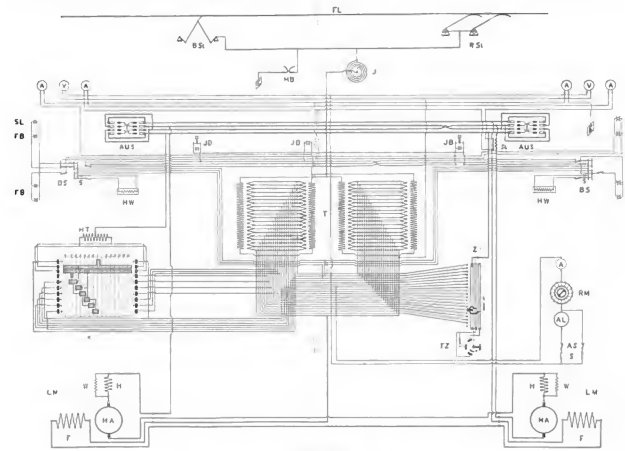


Fig. 270. Äußere Ansicht der Lokomotive 2.

polwicklungen führten zu einem günstigeren Ergebnis: die Oberschwingungen betragen ca. 2% der Grundschwingung. Es wurden daher für Lokomotive 2 zwei neue Anker mit geschlossenen und schräg gestellten Nuten gebaut mit gleichen Kollektoren wie jene der ersten Anker. Durch dieselben wurden die Oberschwingungen vermieden (Fig. 267 und 268), und das frühere störende pfeifende Geräusch im Telephon verschwand.

Als Mittel zur Vermeidung störender Oberschwingungen für Stromerzeuger und Motoren wurden von der Maschinenfabrik Oerlikon hauptsächlich Anordnungen getroffen, welche Änderungen des magnetischen Widerstandes während einer Umdrehung vermeiden: geschlossene Nuten, Wahl besonders günstiger Nutenzahlen, schräglaufende Polkanten, schräglaufende Nuten.

Gleichzeitig ergaben Versuche, welche an der Schwachstromleitung ausgeführt wurden, daß die Anbringung einer je nach der Intensität der Beeinflussung größeren oder kleineren Zahl Kreuzungen der zwei Telephondrähte der einzelnen Schleifen unter sich (oder schraubenförmige Verdrillung) es ermöglichen, selbst bei Verwendung stark störender Motoren die Geräusche auf ein nicht mehr



Legende:

A = Stromzeiger.
AL = Autom. Luftdruckregler.
AS = Ausschalter.
AUS = Aus- und Umschalter.
BS = Beleuchtungsschalttafel.
BW = Bügelstromabnehmer.
E = Erde.
F = Feldwicklung.
FB = Führerstandbeleuchtung.
FZ = Funken-Ziehvorrichtung.
H = Hilfspolwicklung.
HB = Horner Blitzschutzvorrichtung.
HTT = Hilfstransformator.
HW = Heizwiderstand.
J = Induktionsspule.
JB = Innenbeleuchtung.
K = Fahrschalter.
LM = Lokomotivmotor.
MA = Motoranker.
RM = Repulsionsmotor für Kompressor.
RW = Rutenstromabnehmer.
S = Sicherung.
SL = Signallampe.
T = Transformator.
V = Spannungszeiger.
W = Widerstand.
FL = Fahrleitung.
ST = Stromwandler.
Z = Zellenschalter.

Fig. 271. Schaltungsschema der Lokomotive 2.

storendes Maß herabzumindern und diejenigen der Motoren, welche nur kleine Oberschwingungen erzeugen, so gut wie ganz zu beseitigen; vorausgesetzt ist dabei, daß die beiden Drähte einer Schleife vollkommen gleich isoliert und mit gleicher Kapazität behaftet sind. Ferner wurde nachgewiesen, daß die statische Ladung durch den Einbau von Entladespulen nahezu auf Null gebracht werden kann. Diese Spulen heben ferner die störende Einwirkung zufällig auftretender unsymmetrischer Isolationsmängel in den Telephonleitungen auf.

Die praktische Schlußfolgerung dieser Versuche bestand darin, daß die Schleifen in der ersten Vertikalreihe der längs der Bahn verlaufenden Telephonlinie auf jeder Stange, jene der zweiten Vertikalreihe auf jeder zehnten Stange, jene der dritten Vertikalreihe auf jeder zwanzigsten Stange (Stangenentfernung rd. 50 m) gekreuzt wurden.

Da aus früheren Veröffentlichungen die Lokomotiven 1 und 2 bekannt sein dürften, dürfte eine kurze Wiederholung der Hauptkennzeichen derselben genügen.

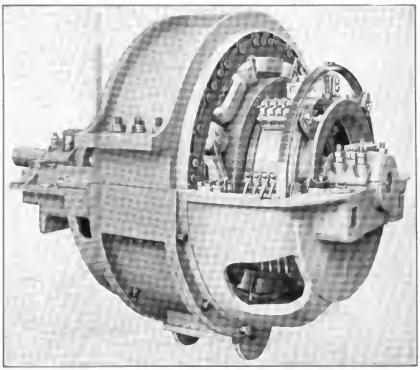
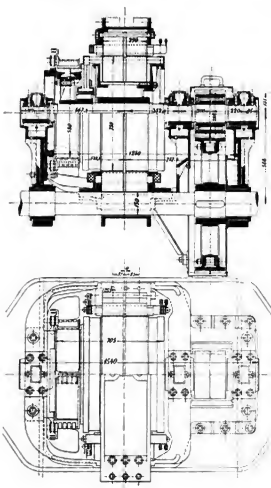


Fig. 272. Motor der 15 000 Volt-Wechselstromlokomotive 2.



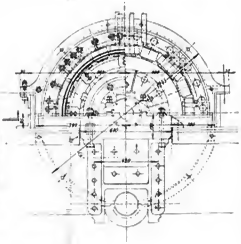


Fig. 273.
Wechselstromlokomotivmotor für 250 PS Leistung der Maschinenfabrik Oerlikon.

Die erste Lokomotive war eine mit einem Führerstande versehene Umformerlokomotive, welche auf zwei Drehgestellen ruhte, deren jedes durch einen Motor mit einer Zahnradübersetzung 1 : 3,08 mittels Kuppelstangen angetrieben wurde. Der Durchmesser der Triebräder mißt 1 m. Die elektrische Ausrüstung der Lokomotive bestand aus zwei 250 KVA.-Transformatoren für 15 000/700 Volt Übersetzung. Der 700 Volt-Strom wurde durch eine Umformergruppe (650 PS-Asynchronwechselstrommotor mit Kurzschlußanker, 1000 Umdr. pro Min., 400 KW-Gleichstrommaschine) in Gleichstrom von 600 Volt umgeformt zum Antrieb der als Nebenschlußmotoren gebauten Antriebsmotoren der Lokomotive, welche je 200 PS leisteten. Mit der Umformergruppe war eine Erregermaschine gekuppelt (150 Volt), welche zugleich als Anlaßserienmotor für Wechselstrom diente. Die Lokomotive war zuerst für 50 Perioden, später für 15 Perioden eingerichtet. Ihr Gewicht betrug 48 t. Diese Lokomotive wurde nach den günstigen Ergebnissen mit Lokomotive 2 genau nach derselben umgebaut. Eine Ansicht der Lokomotive zeigt Fig. 269.

Die Lokomotive 2 mit zwei Führerständen (Fig. 270 und Elektrische Bahnen und Betriebe 1906, Tafel I), welche

ebenso wie die jetzige Lokomotive 1 mit einem Rutenpaar und einem Bügelstromabnehmer ausgerüstet ist, besitzt zwei luftgekühlte Transformatoren von je 250 KVA. für 15000/700 Volt Übersetzung. Sie sind parallel geschaltet;

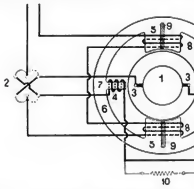


Fig. 274. Schema des 250 PS-Wechselstrom-Reihenschlußmotors.

ihre Sekundärseite hat 20 Unterteilungen, deren unteres Ende mit den Motoren direkt verbunden ist und welche je mit den Schaltapparaten verbunden sind. Diese stehen durch Vermittlung von Aus- bzw. Umschalter mit den

Fig. 275. Ansicht der Lokomotive 3, gebaut von den Siemens-Schuckertwerken.

Triebmotoren in leitender Verbindung. Die Schalter werden mit Luftdruck, in Ausnahmefällen von Hand aus betätigt. Als Stufenschaltapparate dienen ein Zellenschalter und ein Spannungsregulator (Fahrschalter mit Hilfstransformator (Fig. 271). Die Motoren leisten bei 650 normaler und 1000 maximaler Umdrehungszahl je 250 PS. Es sind Wechselstromkollektormotoren in offenem Gehäuse (Fig. 272 und 273). Die schematische Darstellung (Fig. 274) der Motorausführung ist folgende: Kommutator (1), Umschalter für Drehrichtungswechsel (2), Stromabnehmerbürsten (3), welche auf Lamellen schleifen. Letztere sind mit den rotierenden Windungen ohne Widerstände verbunden. Das ruhende System besteht aus den Hauptpolkernen (5), dem diese Polkerne verbindenden Jochringe (6) und den Hilfspolen (7). Auf den Hauptpolen (5) liegen: Die Hauptmagnetisierungsspulen (8), welche in Reihe zu

Fig. 276. Führerstand der Lokomotive 3.

den Bürsten (3) geschaltet sind und so den Hauptstromkreis bilden. Innerhalb jedes Polkernes (5) ist eine Nut (9) angebracht, in welcher eine kurzgeschlossene Kompensationswicklung liegt. Die Hilfspole (7) tragen die Magnetisierungsspulen (4), welche mit dem Hauptstrom in Reihe geschaltet sind. Parallel zu den Hilfsspulen (4) ist der induktionslose Widerstand (10) geschaltet, so daß sich der Hauptmotorstrom in beide verzweigt. Dadurch wird eine leichtere Einstellung der Phasenverschiebung in dem Zweigstrom der Hilfspolerregung möglich. Die Übersetzung ist die gleiche wie bei Lokomotive 1, ebenso der Laufraddurchmesser. Betriebsmäßig werden 250 t Nettogewicht mit 40 km/St. gefördert, bei längeren Steigungen bis zu 12 %. Beim Anfahren kommen Zugkräfte bis zu 3000 kg pro Motor vor.

Die Lokomotive 3 ist von den Siemens-Schuckertwerken gebaut und am 7. Oktober 1907 in Betrieb genommen worden (Fig. 275 und 276).

Die Lokomotive besitzt zwei dreiachsige Drehgestelle nach Art der von dieser Firma für die Schnellbahnversuche auf der Strecke Marienfelde gebauten. Die Antriebswechselstrommotoren (Fig. 277 bis 279), auf der Achse gelagert und am Drehgestell aufgehängt, arbeiten derzeit mit einer Übersetzung von 1:3,72 (welche für höhere Geschwindigkeiten ausgewechselt werden kann) auf die Laufräder, entsprechend einer Geschwindigkeit von 75 km/St. — Die Lokomotive ist durch einen

Fig. 277. Konstruktion des Wechselstrom-Bahnmotors der Siemens-Schuckertwerke für 175 PS Stundenleistung.

Fig. 278. Äußeres des Wechselstrom-Bahnmotors.

in die Längsmitte verlegten, die beiden Führerstände verbindenden Mittel gang unterteilt, zu dessen beiden Seiten die Transformatoren und Apparate in mit den Stromabnehmern zwanglaufig verriegelten Hochspannungsräumen eingebaut sind.

Als Stromabnehmer sind zwei Bügel senkrecht über den Drehzapfen angeordnet und zwischen ihnen zwei Rutenstromabnehmer vorgesehen.

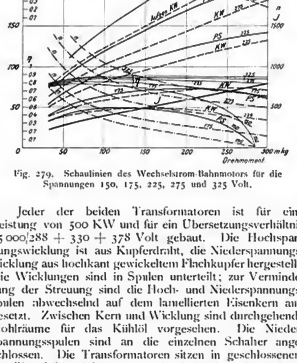


Fig. 279. Schaulinien des Wechselstrom-Bahnmotors für die Spannungen 150, 175, 225, 275 und 325 Volt.

Jeder der beiden Transformatoren ist für eine Leistung von 500 KW und für ein Übersetzungsverhältnis 15 000/288 + 330 + 378 Volt gebaut. Die Hochspannungswicklung ist aus Kupferdraht, die Niederspannungswicklung aus hochkant gewickeltem Flachkupfer hergestellt. Die Wicklungen sind in Spulen unterteilt; zur Verminderung der Streuung sind die Hoch- und Niederspannungsspulen abwechselnd auf dem lamellierten Eisenkern aufgesetzt. Zwischen Kern und Wicklung sind durchgehende Hohlräume für das Kühlöl vorgesehen. Die Niederspannungsspulen sind an die einzelnen Schalter angeschlossen. Die Transformatoren sitzen in geschlossenen, mit Öl gefüllten Gehäusen und sind je in einem besonderen Transformatorraum eingebaut, welcher durch Jalousiewände gekühlt wird.

In den Hochspannungsräumen liegen der Hochspannungsschalter, die Sicherungen, die Einzelschalter für Vor- und Rückwärtsfahrt der drei Motoren eines Drehgestelles und die Einzelschalter für die drei Unterstufen jedes Drittels der Sekundärwicklung des Transformators. Es sind mithin neun Fahrstufen vorhanden. Bei den Stellungen mit ungleichen Windungszahlen sorgt ein kleiner Ausgleichtransformator für gleiche Spannung.

Fig. 280. Ansicht eines Steuerschalters.

Die Steuerung der Einzelschalter (Fig. 280) erfolgt mittels des den Sekundärwicklungen des Transformators entnommenen Steuerstromes vom Steuerschalter des Führerstandes aus auf elektromagnetischem Wege. Um einen Teil des Polschuhes des unterteilten Magnetkernes der Einzelschalter ist zur Vermeidung des Brummens der Magnete eine Kurzschlußwicklung gelegt, welche eine Hilfsphase erzeugt. Die Kontaktflächen sind unterteilt. Einer der nebeneinander geschalteten Kontakte eilt vor und ist als Abreißkontakt mit magnetischer Funkenlöschung ausgebildet. Um unrichtige elektrische Verbindungen und Steckenbleiben zu verhindern, sind die Einzelschalter miteinander mechanisch verriegelt.

Der Steuerschalter hat eine zweiteilige Fahrwalze, deren unterer Teil fest mit der Schaltkurbel verbunden ist, deren oberer durch Anschläge mitgenommen wird, wodurch es möglich ist, einen im Steuerstromkreis liegenden Sicherheitsschalter zu bedienen. Ferner enthält der Steuerschalter eine verriegelte Umschaltwalze. Die Schaltung erfolgt mittels der bekannten Totmannkurbel, bei welcher, wenn der Führer absichtlich oder unabsichtlich die Kurbel losläßt, unter dem Einfluß einer Spiralfeder der vorgenannte Sicherheitsschalter geöffnet und die Stromzuführung zu den Motoren unterbrochen wird.

Von einem Fahrschalter aus können noch weitere Zugteile, welche mit der gleichen elektrischen Ausrüstung versehen sind, gesteuert werden.

Die Motoren sind Wechselstrommotoren mit geschlossenem Gehäuse, welche künstlich mit Luft gekühlt werden. Der Ständer der Reihenschlußmotoren besitzt eine Erregerund eine Kompensationswicklung. Ein Teil der letzteren wird zur Erzeugung eines Hilfsfeldes benutzt, das zur Beseitigung des Bürstenfeuers dient. Der Anker ist mit in offenen Nuten liegender Schablonenwicklung ausgerüstet. Die Motoren leisten ungekühlt je 175 PS und gekühlt je 225 PS.

Die Lokomotive wiegt in ihrer derzeitigen Ausrüstung mit vier Motoren 68 t, mit vollständiger Motorenausrüstung mit sechs Motoren 75 t.

Seit Aufnahme des regelmäßigen Betriebes — 1. Dezember 1907 — werden durchschnittlich an Werktagen 240 Lokomotiv-km, 32 000 Brutto-t/km, an Sonntagen 200 Lokomotiv-km und 22 000 Brutto-t-km geleistet.

Kleine Nachrichten.

Beschreibung ausgeführter oder geplanter Bahnanlagen sowie besonderer Systeme.

Elektrische Bahn Mattuglie—Abbazia—Lovrana. Am 9. Februar d. J. erfolgte die Eröffnung der elektrischen Bahn Mattuglie—Abbazia—Lovrana, durch welche Bahn die aufblühenden Kurorte an der Adria — Abbazia und Lovrana — nun ein modernes Verkehrsmittel bereichert wurden.

Die etwa 12 km lange, eingleisige Bahnlinie mit Ausweichen führt von Lovrana aus, den herrlichen Meeresstrand entlang, durch die Ortschaften Ika, Ičići, Abbazia, Volosca und steigt dann in Serpentinen empor zu der 210 m über dem Meeresspiegel gelegenen Südbahnstation Mattuglie mit prächtigem Ausblick auf die Meeresbucht von Quarnero.

An der Fahrstraße von Volosca nach Mattuglie wurde das Kraftwerk und der Betriebsbahnhof mit Werkstätte erbaut. Vorläufig wurden zwei Sauggasmaschinen, System Körting, aufgestellt, von denen jede mit einem Gleichstromgenerator zu 145 KW Normalleistung gekuppelt ist. Parallel zu den Dynamos arbeitet eine Pufferbatterie von 300 Amp.-St. Kapazität.

Von der aus Marmor in Eisengerüst hergestellten Schalttafel führen drei Speiseleitungen zu den Fahrdrähten, welche aus Hartkupfer von 8 mm Durchm. hergestellt und in üblicher Weise an Querdrähten isoliert aufgehängt sind. Es kamen — der eingleisigen Strecke ganz entsprechend — meist Maste mit Ausleger, in den engen Straßen von Volosca, Abbazia usw. auch Wandrosetten und einfach verzierte Maste zur Aufnahme der Querdrähte in Anwendung. Alle Maste wurden einbetoniert.

Das Gleis der Bergstrecke Volosca—Mattuglie besteht aus Vignolschienen, das der übrigen Strecke aus Rillenschienen. Alle Schienen des Gleises wurden, der Stromrückleitung wegen, an den Stößen durch Kupferbügel von 160 qmm Querschnitt leitend überbrückt. Die Bahn besitzt Meterspur und weist auf der Bergstrecke Steigungen bis zu 80% auf. Der kleinste Kurvenradius ist 25 m.

Bei der Bahn Mattuglie—Abbazia—Lovrana kam zum erstenmal in Österreich für eine Straßenbahn eine Betriebsspannung von 750 Volt in Anwendung und sind für Blitzschutz und Telephonschutz die üblichen Schutzvorrichtungen der Straßenbahnen vorgesehen.

Der Fahrpark besteht aus 11 Personenmotorwagen mit je 16 Sitzplätzen auf Längsbänken, 2 Gütermotorwagen, 4 Personenanhängewagen und einem offenen Güteranhängewagen.

Die zweiachsigen Motorwagen besitzen zwei Motoren zu je 35 PS Stundenleistung bei 750 Volt Betriebsspannung; Fahrschalter für Reihen- und Parallelschaltung; Widerstände für das Anlassen und für die elektrische Kurzschlußbremse unter dem Fußboden des Wagens; Selbstausschalter, Blitzschutzvorrichtungen, Bügelstromabnehmer auf dem Wagendache; Beleuchtungseinrichtung in zwei Stromkreisen.

Diejenigen Motorwagen, welche die Bergstrecke Volosca—Mattuglie befahren, sind auch noch mit der Westinghouse'schen Schienenbremse versehen.

Die elektrische Bahn Mattuglie—Abbazia—Lovrana wurde von der Aktiengesellschaft für elektrische Unternehmung, früher Erwin Bubeck in München und der Bauunternehmung Jakob Ludwig Münz in Wien erbaut. Die Sauggasanlage wurde von der Ersten Brünner Maschinenfabrik-Gesellschaft hergestellt; die Pufferbatterie lieferte die Akkumulatorenfabrik Akt.-Ges., Generalrepräsentanz Wien, die Bahndynamos, die Lademaschinen, den gesamten Fahrpark, das Material für die elektrische Streckenausrüstung die Österreichischen Siemens-Schuckertwerke, welche den wagenbaulichen Teil des Fahrparkes durch die Grazer Waggon- und Maschinenfabrik-Akt.-Ges. vorm. Johann Weitzer herstellen ließen.

P—r.

Bau der Strecken.

Die auf **Gleis und Straße fahrbare Montageleiter** System Siméon-Blasberg, D. R. G. M., hat im Straßenbahnbetrieb als Hilfsmittel bei Bau und Unterhaltung der Oberleitung vielfach Anwendung gefunden, die gegenüber den früher in Gebrauch befindlichen, mit Pferden bespannten Turmwagen mannigfache Vorzüge besitzt, deren wesentlichster in bedeutender Betriebskostenersparnis gegenüber den Turmwagen besteht. Diese Montageleitern werden in der üblichen Höhe der Oberleitungen von 6 m, aber auch ausziehbar und höher angefertigt. Der Preis stellt sich auf ca. M. 550 bis 6 m Höhe bei einem Gewichte von ca. 500 kg. Die Leitern, welche schon seit längerer Zeit von der Aachener Kleinbahngesellschaft mit größtem Erfolge benutzt werden, haben zwischenzeitlich in nicht weniger als 19 Straßenbahnbetrieben Anwendung gefunden. Überall hat sich gezeigt, daß es zur Unterhaltung und Erneuerung der Ober-

Fig. 281. Montageleiter an einen Motorwagen gekuppelt.

leitung notwendig ist, leichtere und beweglichere Montagehilfsmittel zu haben als die beim Bau der Bahnen verwendeten Turmwagen. — Beim Gebrauch der auf Gleis und Straße fahrbaren Montageleiter fällt die Benutzung des schwerfälligen, mit Pferden bespannten, vierräderigen, nur auf der Straße fahrbaren Turmwagens ganz fort. Der Turmwagen ist überflüssig für die Instandhaltung der Oberleitung. Mit der fahrbaren Montageleiter können alle Arbeiten an der Oberleitung bequemer und schneller als mit dem Turmwagen ausgeführt werden. Zu bemerken ist noch, daß diese Leitern auch auf Strecken mit eigenem Bahnkörper oder auf gegen die Straße erhöhten Banketten, wo sich die bespannten Turmwagen nicht verwenden lassen, allein Anwendung finden können, ohne den Betrieb zu stören. Das Arbeiten auf der Montageleiter ist nicht beschwerlicher als auf dem Turmwagen. Es können zwei Mann gleichzeitig auf der Leiter arbeiten, der eine oben sitzend, der andere unten stehend. In Fig. 281 ist die Montageleiter an einen Motorwagen gekuppelt und wird vermittelst des besonderen Gleisradsatzes auf dem Gleis mitgenommen. Die Fig. 282 u. 283 zeigen die Leiter in Benutzung während und außerhalb des Betriebes. Durch den Gleisradsatz, der allen Spurweiten angepaßt werden kann, wird die Leiter beim Herunterziehen nach der Radsatzseite vom Boden gehoben, so daß sie auf den Gleisradsätzen steht und schnell jedem Motorwagen bzw. Anhängewagen angekuppelt werden kann, um nach Art der Feuerwehr schnell an die Arbeitsstelle zu kommen. Bei Strommangel in einer Bahnsektion wird die Leiter über die Straßenfläche geschoben. Beim Wechseln der Arbeitsstelle braucht der Monteur die Leiter nicht zu verlassen, da der Hilfsarbeiter die Leiter mitsamt dem Monteur leicht beiseite schiebt. Soll der Hilfsarbeiter erspart werden, so braucht der Monteur nur durch den aufklappbaren Fußboden des Podestes nach unten zu gehen, um selbst die Verschiebung vorzunehmen.

Fig. 283. Aufstellung der Leiter außerhalb des Betriebes.

Fig. 282. Benutzung der Montageleiter während des Betriebes.

Beleuchtung, Heizung, Lüftung.

Moderne elektrische Zugbeleuchtung in Amerika. Viele amerikanische Eisenbahngesellschaften haben mit der Einführung elektrischer Zugbeleuchtung auf den Zügen ihrer Hauptlinien lange gezögert, aber gegenwärtig finden einige von ihnen diese Beleuchtungsart vorteilhaft und der Gasbeleuchtung überlegen. In einigen Fällen wurden Akkumulatorenbatterien in den einzelnen Wagen angeordnet, die durch Dynamomaschinen geladen wurden, die auf der Wagenachse sitzen. Verschieden sind die Vorrichtungen, die dazu dienen, die Drehzahl zu regulieren und den Strom umzukehren, wenn die Fahrtrichtung geändert wird. Eine große Verbreitung hat ein anderes System gefunden, bei dem eine mit einer Dampfturbine gekuppelte Dynamomaschine entweder im Gepäckwagen oder auf dem Lokomotivkessel angeordnet ist. Die Fig. 284 bis 286 zeigen Ausführungen dieser Art unter Verwendung von Curtis-Dampfturbinen, die von der General Electric Co. gebaut wurden. Dabei ist die einstufige Turbine, die mit Auspuff arbeitet, mit einem 15 oder 20 KW-Doppelschlußgenerator verbunden. Die Einrichtung ist ähnlich der auf dem Dampfer Hendrik Hudson, der den Hudson-Tagesdienst versieht. In den Gepäckwagen der C., B. u. O.-Eisenbahnzüge sind derartige Maschinensätze aufgestellt, deren Drehzahl 3600 beträgt und deren zweipolige Dynamos 110 Volt Spannung liefern. Ihre Leistung beträgt 20—25 KW (Fig. 284).

Die Pennsylvania-Eisenbahngesellschaft hat zwei solcher Ausrüstungen von je 15 KW Leistung in den Gepäckwagen »Kokomo« und »Utopia« aufgestellt. Sie

Fig. 284. Aufstellung der Dampfturbine mit direkt gekuppelter Gleichstromdynamo für Zugbeleuchtung.

befinden sich in einer Ecke des Wagens (Fig. 285) und zeichnen sich durch geringen Raumbedarf aus. Die Drehzahl beträgt 3000, die Spannung 115 Volt. Dieselbe Gesellschaft hat 15 solcher Maschinensätze auf den Kesseln ihrer Schnellzugslokomotiven anbringen lassen. Hier schützt ein Blechmantel, der den ganzen Maschinensatz einschließt, die Dynamo vor den Einflüssen der Witterung (Fig. 286). Der Maschinensatz, der für 30 KW gebaut ist, nimmt 600 mm Breite, 650 mm Höhe und 1650 mm Länge ein. Dabei beträgt die Drehzahl 4500, und das Gesamtgewicht 925 kg. Bei der Anordnung auf dem Lokomotivkessel sind für die Dampfzuführung,

Fig. 285. Aufstellung des Maschinensatzes im Gepäckwagen.

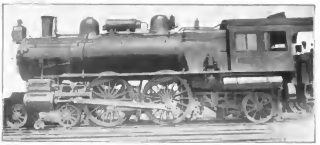


Fig. 286. Anordnung der Dampfturbine mit Gleichstromdynamo auf dem Lokomotivkessel.

keinerlei Kuppelungen für die Hochdruckdampfleitungen erforderlich, da die Turbine mit dem Kesseldampf der Lokomotive gespeist wird. Wird die Turbodynamo in Gepäckwagen untergebracht, so ist ihre Wartung leichter.

Eine Akkumulatorenbatterie von 56 Zellen kann die Beleuchtung des ganzen Zuges bei 125 Volt während einer Stunde aufrecht erhalten. Sie ist entweder auf einzelnen Wagen verteilt oder in einem einzigen Wagen untergebracht, je nachdem die Zugzusammenstellung auf der ganzen Fahrt dieselbe bleibt oder einzelne Wagen zu- oder abgekuppelt werden. Der Wirkungsgrad der Turbodynamo ist im Verhältnis zur Leistung hoch, da die Spannung und die Drehzahl praktisch konstant bleiben. Dabei ist das System einfach und besser regulierbar als andere, bei denen die Dynamos von der Achse aus mittels Riemen angetrieben werden. Die Verwendung ist ebenso einfach, als wenn nur eine Akkumulatorenbatterie vorhanden wäre.

Bei der New York Central und Hudson-Eisenbahn ist das System Muskowitz auf dem Empire State Expreß in Verwendung. Dabei ist die Dynamo federnd am Untergestell aufgehängt und wird mittels Rienen von der Achse aus angetrieben. Dieses System wird von der United States Light and Heating Co. in New York vertrieben.

Das automatische Beleuchtungssystem Mac Ilroy verwendet ebenfalls Einzeldynamos, die mittels Rohhaut-Zahnrädern mit der Achse verbunden und mit einem automatischen Regler versehen sind, der den Strom, die Ladung der Batterie und die Spannung regelt.

Frank C. Perkins.

Allgemeines.

Der Werdegang der Elektrotechnik. (Schluß.) Der Elektromotor hat die Beweglichkeit und die Arbeitsgeschwindigkeit aller Hebemaschinen wesentlich gesteigert. Manche Hebezeugkonstruktionen sind sogar erst durch den elektrischen Antrieb möglich geworden. Ich erwähne nur beispielsweise die neueren Laufdrehkrane mit vier Bewegungen, nämlich Heben und Senken, Querfahren der Katze, Drehbewegung des Katzenauslegers und Längsfahren des Krans; die Schmiedekrane wenden außerdem noch die schweren Stücke selbsttätig unter den Dampfhämmern. Auf den Chargierkranen der Martinöfen arbeiten sechs einzelne Elektromotoren, je einer dient zum Längsfahren, zum Querfahren, zum Drehen des die Charge tragenden Schwengels um eine vertikale Drehsäule, zum Heben und Senken der Drehsäule, zum Umkippen des Schwengels und zur Wippbewegung desselben. Alle diese vielen Bewegungen steuert mühelos ein Mann. Sogar das am Kran aufgehängte Führerhäuschen kann man elektrisch fahrbar anordnen, so daß sich der Kranführer der lästigen Ofenhitze beliebig entziehen kann.

Schon viele Dutzende großer elektrischer Hauptschachtfördermaschinen für Teufen bis über 1000 m und mit maximal acht Förderhunten sind in Kohlengruben im Betrieb; sie übertreffen die Dampffördermaschine an Betriebssicherheit, an Einfachheit und Bequemlichkeit in der Steuerung und auch an Fördergeschwindigkeit, d. h. an Leistungsfähigkeit, und zwar gilt das besonders für große Teufen und große Nutzlasten. Die elektrischen Sicherheitsvorrichtungen sind so selbsttätig und so unabhängig vom Maschinenwärter, daß ein Überschreiten der zulässigen Fördergeschwindigkeit und ein Überfahren so gut wie ausgeschlossen ist. Die Bergbehörden lassen deshalb auch bis 10 m pro Sek. Seilfahrt bei elektrischer Personenförderung, d. h. etwa das Doppelte wie bei Dampfförderung und bei elektrischer Kohlenförderung bis 20 m pro Sek. zu.

Allein die Schachtfördermaschine ist nur die letzte Stufe in der Eroberung der Bergwerksbetriebe durch die Elektrizität; seit längerer Zeit fördern elektrische Wasserhaltungen als Kolben- oder Kreiselpumpen mit Einzelleistungen bis über 1000 PS das einströmende Wasser aus den Gruben, elektrische Senkpumpen teufen neue Schächte ab, die Bewetterung besorgen elektrische Ventilatoren; die Kohlenwäschen, die Koksausdrück- und Kokosstampfmaschinen werden durch eine Reihe Elektromotoren betrieben. Selbst auf die verwandten Gasanstalten hat der Elektromotor übergegriffen: Das Gaswerk Berlin VI benutzt etwa 1500 PS-Elektromotoren für Transporteinrichtungen, Kohlenaufbereitungs- und Beschickvorrichtungen, für Ventilatoren und Pumpen. Schon im Jahre 1882 wurde im Kohlenbergwerk Zauckerode i. S. die erste elektrische Grubenbahn von Siemens & Halske in Betrieb genommen; diese Grubenlokomotive zog maximal 20 beladene Wagen mit 12 km pro Stunde. Heute holen schon einige Tausend elektrische Grubenlokomotiven die schwarzen Schätze aus der Erde; sie haben vor Benzinlokomotiven den großen Vorteil, daß sie die Luft nicht verunreinigen und gefährden. Dem Kohlenhauer selbst suchte die elektrische Schrämm-Maschine und der elektrische Stoß- und Drehbohrer die Handarbeit dadurch zu erleichtern, daß sie Schlitze und Löcher in die Kohlenflötze, sowie in das abzuräumende Gestein arbeiten. In Schlagwettergruben erhalten die Elektromotoren Plattenschutz, der durch Abkühlung eine Teilexplosion innerhalb des Motors verhindert.

Elektrische Fördermaschinen oder Excavatoren holen die Eisenerze aus dem Erdboden und elektrische Erzbrecher zerkleinern sie; mit Hilfe elektrischer Apparate sucht man die Erzlager auf. Magnetische und elektrische Erzscheider sortieren die Erze für den Hochofen. Elektromotoren betreiben die Gichtaufzüge, welche die Hochöfen beschicken, ebenso die Gichtglockenaufzüge zum Öffnen und Schließen der Hochofengicht; die Steuerung erfolgt durch einen Mann von einem fernab von der Gicht gelegenen Maschinenhaus, in dem durch Fernzeiger die jeweilige Stellung der Wagen und der Glocke wiedergegeben wird. Der Mensch hat das Getriebe nur zu steuern, nicht durch Handarbeit zu betätigen. Aber noch viel mehr: Bereits wandelt in einigen Hütten die elektrische Energie die Erze in Roheisen entweder durch den elektrischen Lichtbogen oder vermöge der in den Kontaktwiderständen der Beschickung erzeugten Hitze (Kontaktöfen). Noch weiter vorgeschritten sind die elektrischen Schmelzöfen zur Erzeugung von Flußeisen und Stahl, besonders von feinen Werkzeugstahlsorten. Dieser Schmelzprozeß wird entweder in Widerstandsöfen vorgenommen, deren Hitze beim Stromdurchgang durch das Eisen entsteht oder in Lichtbogenöfen (Heroult- und Stassanoöfen) oder in Induktionsöfen, deren Schmelzrinne mit dem Schmelzgut die Sekundarwicklung eines Transformators bildet (Kjellinöfen). Bereits gibt es elektrische Öfen, die direkt Erz in Stahl wandeln.

Elektrische Deckelabhebewagen öffnen die Glühöfen, elektrische Blockeinsetzkrane packen die glühenden Walzblöcke, die aus elektrischen Gießkranen gegossen wurden, mit selbsttätigen Zangen und bringen sie zu den elektrisch betriebenen Rollgängen, welche die Blöcke in die Walzen der Walzwerke schieben; alles von der Ferne, von geschützter Stellung aus gesteuert. Auch die vielen Hilfsmaschinen, die das Walzgut beim Verlassen der Walzenstraße aufnehmen, die Scheren und Verladevorrichtungen erhalten seit einer Reihe von Jahren elektrischen Antrieb. Im Anschluß daran hat der Elektromotor auch die Walzenstraßen selbst erobert, zunächst die nicht umkehrbaren Triowalzwerke, die in direkter Kupplung oder mittels Seil häufig von Gleichstrom-Doppelschlußmotoren mit großen Schwungmassen ihren Antrieb erhalten. Einer der jüngsten Triumphe der Elektrotechnik ist jedoch der erfolgreiche Antrieb von Umkehrwalzenstraßen. Etwa zehnmal pro Min. sind Elektromotoren von 10000 bis 13000 PS Maximalleistung umzusteuern.

Auf den ausgedehnten Lagerplätzen der Hüttenwerke hat sich der elektrische Brücken- oder Hochbahnkran mit 50 bis 100 m Spannweite schon unentbehrlich gemacht; vielfach ist er statt der Haken mit Hebemagneten versehen, die Handarbeit und Zeitaufwand sparen, spielend die schweren Träger ordnen und verladen.

Der Elektromotor ist heute kein Kind der Feinmechanik mehr, er erträgt die roheste Behandlung, wie sie in Zuckerfabriken, Hafenanlagen, in Hüttenwerken unvermeidlich ist; in nassen, schmierigen Räumen von Färbereien, chemischen Fabriken und Bergwerken, selbst in Wind und Wetter tut er seine Pflicht. Die zugehörigen Steuerapparate ertragen ebenfalls die schwierigsten Betriebsverhältnisse und gestatten die Motoren unzählige Male im Tag anzulassen und umzusteuern, wie das bei Kaikranen und Schmiedekranen notwendig ist. Auch die Umdrehungszahl des Elektromotors hat sich den Verhältnissen in jeder Beziehung angepaßt; die Elektromotoren der Fördermaschinen laufen mit nur 25 bis 50 Umdr. pro Min., die Transmissionswellen von Fabriken können direkt mit 100 bis 250 Umdr. elektrisch angetrieben werden, anderseits werden Elektromotoren direkt mit Kreiselpumpen und Ventilatoren von 1500 und 3000 Umdr. pro Min. gekuppelt.

Ein weiteres Gebiet, das der Elektrotechnik infolge Wegfalles der Rauchbelästigung und zur Befriedigung stark gesteigerter Verkehrsbedürfnisse fast ganz zugefallen ist, sind die Stadtbahnen, als Hoch-, Flach- oder Untergrundbahnen. Ums Jahr 1890 wurde in England die elektrische Tunnelbahn City and South London eröffnet, drei Jahre später die Liverpool Overhead Railway, in Amerika 1895 die Chicago Elevated Railway und 1896 die Unterpflasterbahn Budapest. Gegenwärtig besitzen New York, Brooklyn, Boston, Chicago, Paris, London, Berlin neben großen elektrischen Straßenbahnnetzen ausgedehnte elektrische Stadtbahnen, und andere Weltstädte werden sicherlich in absehbarer Zeit folgen müssen. Die elektrischen Stadtbahnzüge, die sich in Abständen von 2 bis 3 Min. folgen können, werden ohne Lokomotive je nach der schwankenden Zahl der Fahrgäste aus zwei bis fünf Motorwagen mit zwischengeschalteten motorlosen Wagen zusammengesetzt, alles wird durch Vielfachsteuerschalter von der Zugspitze automatisch geregelt. Die New Yorker Hoch- und Untergrundbahn hält über 3000 Wagen mit je 52 Sitzplätzen im Betrieb und befördert pro Tag über zwei Millionen Fahrgäste. Daneben werden in ebensoviel Wagen der New Yorker Straßenbahnen

nochmal ebensoviel Leute pro Tag befördert. Um diesen Wagenpark zu bewegen, sind vier elektrische Kraftwerke mit über 250000 PS Gesamtleistung erforderlich. Chicago ist von einem ausgedehnten Tunnelnetz durchsetzt, in dem sich zur Entlastung der Straßen der ganze Gepäckverkehr abwickelt.

Mit der größeren Ausdehnung der elektrischen Bahnnetze entspann sich jedoch innerhalb der Elektrotechnik selbst ein hemmender schwerer Systemkampf, der heute noch keineswegs überstanden ist. Die Straßen- und Stadtbahnen benutzen bisher fast unumstritten Gleichstrom, erstere mit Oberleitung, letztere meist mit dritter Schiene als Zuleitung. Für Vorort-, Überland- und Vollbahnen jeder Art stehen aber Gleichstrom, Drehstrom und Wechselstrom mit all ihren Vor- und Nachteilen in heftigster Fehde; Gleichstrom in Verbindung mit hochgespanntem Drehstrom zur Übertragung ist namentlich in Amerika verbreitet, wo mehrere Tausend Einankerumformer mit gegen $1^1/_2$ Mill. PS Drehstrom in Gleichstrom für Bahnzwecke umwandeln. Mit Gleichstrom arbeiten beispielsweise die Vorortstrecke Berlin—Großlichterfelde, die Vollbahnen Mailand—Porto Ceresio, Düsseldorf—Köln, Newcastle—Tynemouth und neben vielen anderen Strecken vor allem die ca. 500 km Gleis umfassende elektrische Zone der New York Central Gesellschaft mit den schwersten Zügen der Welt. Seit dem 1. Juli 1907 werden von dem Grand Central Depot, dem Hauptbahnhofe New Yorks, nur noch elektrische Züge abgelassen, und zwar 500 bis 700 Züge pro Tag bei Zuglasten bis 900 t und Geschwindigkeiten bis 130 km pro St. Den Betrieb führen zunächst 35 Gleichstromlokomotiven von 100 t und normal 2200 PS, maximal 3000 PS, sowie über 130 Motorwagen von 400 PS; alles wird von zwei Turbinenkraftwerken mit 90000 PS gespeist. Drehstrombahnen wurden hauptsächlich von der schweizerischen Firma Brown, Boveri & Co. sowie von Ganz & Co., Budapest, entwickelt; ich erwähne die Burgdorf—Thun-Bahn in der Schweiz, die 100 km lange Veltlinbahn mit 1600 pferdigen Lokomotiven und schließlich die Strecke durch den neuen Simplontunnel, die alle Drehstrombetrieb besitzen. Das jüngste System, das einphasige, finden wir auf der neuen Strecke Wien—Baden, auf der Stubaitalbahn, auf der ganz neuen Vorortstrecke Blankenese—Altona—Ohlsdorf mit 450 pferdigen Motorwagen und in größtem Maßstabe auf der elektrischen Zone der New York—New Haven-Linie mit zahlreichen 1300 pferdigen Vollbahnlokomotiven; neuerdings ist sogar eine 4000 pferdige Wechselstromlokomotive der Westinghouse Co. für die Tunnels der Pennsylvania-Eisenbahn unter New York in Betrieb gekommen.

Alle Kulturstaaten der Welt beschäftigen sich gegenwärtig ernstlich mit der Frage der Elektrifizierung der Vollbahnen, ja eine stattliche Reihe von Vollbahnstrecken sind schon elektrisiert oder auf dem Wege dazu. Einer der gewichtigsten Gegner der Elektrifizierung sind die Militärbehörden, die durch Zerstörung der elektrischen Kraftwerke eine Lahmlegung des Betriebes befürchten. Demgegenüber ist aber hervorzuheben, daß bei der Elektrifizierung großer Bahnnetze jede Strecke von vielen weit auseinander liegenden Kraftwerken Strom bekommen kann, da sich mit 60000 bis 100000 Volt Strecken von vielen Hundert Kilometern speisen lassen.

Die elektrische Lokomotive hat für den militärischen Aufmarsch noch den großen Vorteil, daß sie stets sofort betriebsbereit ist und beliebig lange Strecken ununterbrochen Tag und Nacht durchfahren kann, während die Dampflokomotive schon nach etwa 200 km gewechselt werden muß und überhaupt mehr als 50% der Zeit durch Wasser- und Kohlennehmen, Anheizen, Abschlacken und Reparatur außer Dienst steht. Es werden deshalb auch bei elektrischem Betrieb nur etwa halb soviel Lokomotiven wie bei Dampf erforderlich. Die elektrische Lokomotive zieht viel rascher an als ihr Konkurrent, sie kann ohne weiteres wirtschaftlich und ohne unnatürliche Verstärkung des Oberbaues für Geschwindigkeiten von 120 km/St. aufwärts gebaut werden, die Dampflokomotive wird bei solch hohen Geschwindigkeiten direkt unwirtschaftlich, ja sie kann keine nennenswerte Zuglast mehr befördern, da ihre Energie für die eigene Last aufgezehrt wird.

Bei einigermaßen dichtem Verkehr und besonders bei einigermaßen billiger Betriebskraft aus Wasser- und Torfanlagen oder aus Berg- oder Hüttenkraftwerken ist zweifellos der elektrische Betrieb auch der billigste. Dazu kommt die große Annehmlichkeit, daß die Rauchbelastigung und die Brandschäden durch Funkenwurf aufhören; für Tunnelstrecken ist der Wegfall des Rauches eine Lebensfrage. Die verschiedenen Bahnlinien der Pennsylvania und Long Island Railroad können erst jetzt mit elektrischer Triebkraft von New Jersey und Brooklyn nach dem Herzen von New York hereingeführt werden, weil in den riesigen Röhrentunnels unter den beiden Meeresarmen, die jetzt mit großen Fähren überfahren werden, Dampfbetrieb ganz ausgeschlossen war und die Brückenprojekte zu teuer wurden. Auf dieser New York durchquerenden Riesentunnelbahn, deren vorläufiger Ausbau über zwei Milliarden Kronen kostet, werden pro Tag über 1000 elektrische Züge mit Zugslasten bis 800 t verkehren; damit wird der gesamte ungeheure Fern- und Vorortverkehr New Yorks mit gegen 2000 Zügen pro Tag, der ganze Hoch- und Untergrundbahnverkehr und der gesamte Straßenbahnverkehr dieser Weltstadt durchwegs und ausschließlich durch elektrische Triebkraft aus Kraftwerken mit gegen 700000 PS bei einer täglichen Beförderung von über fünf Millionen Fahrgästen bewältigt werden. Gewiß ein Markstein in der Entwicklung der Elektrotechnik und des Verkehrswesens!

Zugkraft elektrischer Maschinen. »Daily Mail« teilt über einen interessanten Vorfall, der sich im heurigen Sommer auf der Lake shore Ry. in New York ereignete, folgendes mit:

Der Zug Nr. 19, Nordring, bestehend aus neun schweren Pullmannwaggons und einer Dampflokomotive, mußte infolge plötzlichen Untauglichwerdens der Zugslokomotive auf der 0,5% betragenden Steigung unterhalb der 66. Straße (New York) stehen bleiben. Diesem Zug folgte ein aus sieben Wagen bestehender Lokalzug, von einer der neuen elektrischen New Yorker Hochbahnlokomotiven gezogen. Man kuppelte nun diese Maschine an den vor ihr stehenden dienstuntauglichen Zug, und die elektrische Maschine zog bzw. schob sowohl ihren als auch den vor ihr befindlichen notleidenden Zug anstandslos und mit verhältnismäßig beträchtlicher Geschwindigkeit über eine 1 km betragende Steigung von 1,02%; die 16 Wagen sowie die beiden Maschinen dieses »Doppelzuges« hatten ein Gesamtgewicht von 1000 t. — Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, daß im Sommer d. J. von den 477 täglich den Grand Central Terminus in New York verlassenden bzw. dort ankommenden Zügen 135 Züge von New Haven sind und von Dampflokomotiven gezogen werden, während die übrigen 342 Züge der New York Central Ry. angehören. Von diesen sind 280 Züge (d. i. 82%) durch Elektrizität betrieben, der Rest wird ebenfalls im Laufe des heurigen Herbstes für dieses Betriebsart umgewandelt werden. K.—

Aus dem Rechtsleben.

Die »Deutsche Juristenzeitung« teilt Seite 55 des lfd. Jahrgangs eine Entscheidung des preußischen Oberverwaltungsgerichts vom 15. Oktober 1907 über die **Bedeutung elektrischer Stromleitungen** für die Annahme eines Betriebsorts im Sinne der Gewerbesteuerbestimmungen mit. Der Kläger betreibt in seinem Ortsbezirke ein Elektrizitätswerk und leitet den erzeugten Drehstrom in die Stadt H. in einen städtischen Umformer, in dem die Umwandlung in Gleichstrom zur Abgabe an die Teilnehmer durch das städtische Kabelnetz erfolgt. Da er nur ein Roherzeugnis an die Stadtverwaltung liefere, das erst durch die von der Stadt vorgenommene Umformung verwertbar sei, bestreitet der Kläger seine Verpflichtung, für die Stromlieferung Gewerbesteuer zu bezahlen. Die Klage wurde in allen Instanzen abgewiesen; das Reichsgericht bemerkte dazu: Ein Betriebsort im Sinne der Steuergesetze liegt überall vor, wo ein Teil des Gewerbebetriebes ausgeübt wird. Mit Recht ist daher angenommen, daß der Kläger sein Gewerbe auch in der Stadt ausübt. Der elektrische Strom ist keine Ware, die befördert wird, die Zuführung desselben zwecks Nutzbarmachung ist ein ebenso wesentlicher Bestandteil des Gewerbebetriebes wie die Erzeugung. Die Kabelleitung ist daher ein wesentlicher Teil der Fabrik und die Tätigkeit, die vermittelst der Leitung ausgeübt wird, ein Teil des Gewerbebetriebes, so daß die Gewerbesteuerpflichtigkeit hier mit Recht angenommen ist.

Haftpflicht. An einer Bedarfshaltestelle hatte der Fahrgast A. den Schaffner zum Anhalten veranlaßt. Als A. vor dem vollständigen Anhalten abgesprungen war, erhöhte der Wagenführer die Geschwindigkeit wieder. Der dadurch hervorgerufene Stoß brachte den Fahrgast B., der sich eben anschickte, den Wagen zu verlassen, zu Fall und verursachte dadurch dessen Verletzung. Zu diesem Sachverhalte machte das Reichsgericht in seiner Entscheidung vom 28. Oktober 1907 folgende rechtliche Ausführungen: Daß das Abspringen von einem in Bewegung befindlichen Motorwagen ein Verschulden des Verletzten darstellt, ist mit Recht angenommen. Dieses Verschulden ist gegen die Betriebsgefahr gemäß § 254 BGB. abzuwägen. Dabei kommt dem Verletzten zustatten, daß der Wagen seine Fahrt so verlangsamt hatte, daß das Halten als unmittelbar bevorstehaud erwartet werden konnte. Statt dessen trat die nicht zu erwartende plötzliche und für den Unfall ursächlich gewordene Beschleunigung der Fahrt ein. Daß der Verletzte seine Absicht, bei der Bedarfshaltestelle aussteigen, dem Schaffner nicht mitgeteilt hatte, enthält kein Verschulden, da hier das Anhalten bereits durch A. veranlaßt war. Wird an einer Bedarfshaltestelle gehalten, so darf der Schaffner nicht weiterfahren lassen, bevor er sich überzeugt hat, daß ein Aus- bzw. Einsteigen nicht mehr stattfindet. Offenbar hat der Schaffner diese Pflicht nicht beachtet. Darin liegt eine Steigerung der Betriebsgefahr, so daß sich eine Schadensverteilung zur Hälfte zwischen dem Verletzten und der Straßenbahn rechtfertigt. W. C.

Berichtigung.

In Heft 7 vom 4. März hat sich in dem Referat der Zeitschriftenschau auf Seite 139 »The Years Progress in the Design of Electric Generators for Direct Connection to Steam Turbines« ein Druckfehler eingeschlichen, der hiermit richtiggestellt sei, und zwar soll es dort anstatt »900 KW-Generatoren« immer »9000 KW-Generatoren« heißen. Die Schriftleitung.

Aus den Geschäftsberichten.

Betriebsbericht für 1906 der städtischen Straßenbahn zu Freiburg i. B. (Schluß.) Im Laufe des Jahres wurden sämtliche Achslager der Trieb- und Anhängewagen mit einer Mischung von Roßhaar und Wollfäden ausgefüllt. Warmläufe von Achsschenkeln und -Lagern sind seitdem nicht mehr zu verzeichnen gewesen.

Zur Prüfung und Einstellung der auf dem Wagendache befindlichen selbsttätigen Ausschalter ist ein Wasserwiderstand beschafft, in dessen Stromkreis ein Stromzeiger nebst Sicherung eingebaut sind. Die vom Ausschalter zum Wageninneren führende Leitung wird gelöst, die frei gewordene Klemme mittels besonderen Kabels mit dem Wasserwiderstand verbunden und der negative Pol des Widerstandes an die Schienen bzw. an das Untergestell des Wagens befestigt. Durch Schließen des Ausschalters und langsames Eintauchen der Eisenplatten in die Wassergefäße kann jede gewünschte Stromstärke erzielt und die Ausschalter hiernach eingestellt werden. Vorläufig ist die Stromstärke auf 130 Amp. festgesetzt und damit auch beim Fahren mit einem Anhängewagen ausreichend.

Als weitere Neuerung ist der Einbau einer sechsten Sicherung zu erwähnen, welche im Lampenkasten untergebracht und in den Kurzschlußstromkreis der Motoren parallel zum ständigen, nicht ausschaltbaren Widerstand der letzten Fahrschalterstufe eingebaut ist. Das Durchbrennen dieser Sicherung läßt jede Benutzung der Kurzschlußbremse jeweils sofort erkennen.

Im Vorjahre mußte einer und im Berichtsjahre drei Anker neu gewickelt werden, da die Drahtbewicklungen stark verkohlt und Kurzschluß zwischen den Ankerspulen aufgetreten war. Diese Beschädigungen dürften nur auf verbotene Benutzung der Kurzschlußbremse seitens der Wagenführer auf langen Gefällstrecken zurückzuführen sein, da die Motoren für das Bremsen mit Kurzschlußstrom zu gering bemessen sind. Die oben erwähnte Sicherung schmilzt sofort nach dem Einschalten der ersten Bremsstufe ohne Unterbrechung des Bremswiderstandes und ohne Beeinträchtigung der Bremswirkung herbeizuführen. Nach dem Gebrauch der Kurzschlußbremse hat der Wagenführer bei der Abgabe des Wagens sich darüber auszuweisen und durch eine Meldung des Schaffners bestätigen zu lassen, daß die Benutzung der elektrischen Bremse, welche nur in Gefahrfällen gestattet ist, gerechtfertigt war. Die Einrichtung hat sich bisher vollkommen bewährt, indem die Kurzschlußbremse im allgemeinen in der Tat nur noch bei Gefahrfällen benutzt wird. Daher sind die betreffenden Schleifstücke im Fahrschalter und die Kommutatoren der Anker nicht mehr eingebrannt und auch nicht mehr stark verrußt, so daß an Unterhaltungskosten nicht unbedeutende Ersparnisse erzielt werden.

Aus der folgenden Zusammenstellung (Tabelle I) gehen die regelmäßigen Arbeiten in der Werkstätte seit Eröffnung des Betriebes hervor:

Die vermehrte Auswechslung im Jahre 1906 ist auf die inzwischen wieder aufgegebene Verwendung unreinen Oles zurückzuführen.

Der Stromverbrauch für den Betriebsdienst hat 498 535 KWSt. oder durchschnittlich 509 WSt. für das Rechnungskilometer betragen, wobei 2 Anhängewagen-km gleich 1 Triebwagen-km angesetzt sind. Der geringste Stromverbrauch ist am 6. April mit 418 WSt., der höchste am 25. Januar mit 735 WSt. für das Rechnungskm verzeichnet.

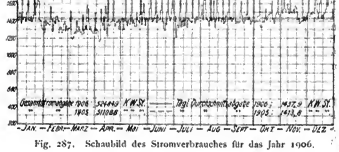


Fig. 287. Schaubild des Stromverbrauches für das Jahr 1906.

Tabelle I.

		1902	1903	1904	1905	1906
I. Hauptrevisionen:						
Anzahl		23	42	29	24	26
Mittlere Lauflänge	km	26143	23367	20980	32883	36633
II. Ankerlager:						
Anzahl		69	20	13	35	70
Mittlere Lauflänge	km	10432	32828	66090	72003	41722
III. Motortraglager:						
Anzahl		—	29	2	15	26
Mittlere Lauflänge	km	—	45793	29406	59041	56867
IV. Radreifen:						
Anzahl		—	15	13	4	24
Mittlere Lauflänge	km	—	53686	64340	69560	73695
V. Große Zahnräder:						
Anzahl		2	—	2	2	6
Mittlere Lauflänge	km	20038	—	89388	119769	128894
VI. Kleine Zahnräder:						
Anzahl		1	1	11	17	26
Mittlere Lauflänge	km	20435	43155	80785	110878	101255
VII. Bügelscheifstücke:						
Anzahl		—	17	26	43	8
Mittlere Lauflänge	km	—	51216	50992	16524	48374
VIII. Ankerneuwicklungen:						
Anzahl		—	—	—	1	3
Mittlere Lauflänge	km	—	—	—	104153	144183

Fig. 287 gibt ein Bild des Stromverbrauchs für den Betriebsdienst einschließlich Stromabgabe an die Werkstätte.

Die Stromkosten betragen unter Anrechnung von 16 Pf. für 1 KWSt., an der Schalttafel im Elektrizitätswerk gemessen, 8,57 Pf. für 1 Rechnungs-km.

Tabelle II. Zusammenstellung des Stromverbrauchs.

Jahr	Kilowattstunden	Für das Rechnungskilometer	
		Wattstunden	Pf.
1901	70 209	544	9,70
1902	422 489	512	9,21
1903	423 060	486	9,46
1904	450 014	513	9,96
1905	487 888	538	9,01
1906	498 535	509	8,57

Infolge der am 1 August v. J. eingeführten Fahrkartensteuer, derzufolge eine Reichs-Stempelabgabe von allen solchen Fahrkarten erhoben wird, deren Fahrpreis mindestens 60 Pf. beträgt, wurde eine Änderung des Tarifs der Straßenbahn derart vorgenommen, daß eine Stempelabgabe in vorstehendem Sinne gänzlich vermieden wird. An Stelle der bisherigen Nummerkarten für 12 Fahrten zum Preise von M. 1 auf 10 Pf.-Strecken und von M. 1,50 auf 15 Pf.-Streken wurden ausschließlich Nummerkarten zu 50 Pf. mit 12 Abschnitten zu je 5 Pf. eingeführt. Mittels dieser Karten kann nunmehr jede beliebige Strecke durch Entwertung einer entsprechenden Anzahl von Abschnitten befahren werden.

Die Fahrleistung der Straßenbahn in Rechnungskilometer geht aus folgender Zusammenstellung hervor:

	1906	1905
Januar	81159	72790,4
Februar	71910	64629,8
März	80751	71756,5
April	80158	71234,8
Mai	83935	74083,4
Juni	84386	75713,8
Juli	86923	81086,8
August	87227	77671,5
September	82997	76063,0
Oktober	80706	81706,0
November	78138	78204,0
Dezember	80872	82230,0
Im ganzen Jahr	979162	907170,0

Die Zunahme der Rechnungskilometer beträgt 7,9% und diejenige der Anhängewagenkilometer 8,9%.

Auf letztere entfallen im Verhältnis zur Gesamtleistung 3,76% sämtlicher durchlaufenen Kilometer.

Die mittlere Tagesleistung hat 2682,6, im Vorjahre 2495,8 Rechnungs-km betragen.

Aus der folgenden Zusammenstellung ist die Zahl der beförderten Fahrgäste ersichtlich.

	1906	1905
Januar	349966	326926
Februar	320152	280461
März	358745	325340
April	388764	345548
Mai	432942	371758
Juni	430079	399475
Juli	480608	479398
August	432594	402376
September	424032	376811
Oktober	417404	375201
November	365145	344020
Dezember	410778	352558
Im ganzen Jahr	4811209	4379879

Die Fahrgeldeinnahmen nach Fahrtausweisen stellen sich wie folgt:

	M.	1906	1905	1904	1903	1902
Fahrscheine zu 10 Pf.	222072,80	48,79	51,12	52,02	54,17	57,72
» » 15 »	27035,85	5,94	5,21	6,07	6,05	6,51
» » 20 »	7646,40	1,68	1,90	2,02	2,08	2,35
Nummerkarten zu M. 0,50	80737,50	43,43	41,58	39,71	37,54	33,27
» » 1,—	106927,—					
» » 1,50	4020,—					
für Postbestellboten	310,40					
Schülerkarten zu M. 1,—	711,—	0,16	0,19	0,18	0,16	0,15
Zusammen	455460,05	100	100	100	100	100
Außerdem für Sonderwagen	54,—					
Gesamte Fahrgeldeinnahmen	455514,05					

Einnahmen	1906	1905	1904	1903	1902
für 1 Tag M.	1247,73	1139,36	1080,62	992,52	802,40
für 1 Fahrgast Pf.	9,47	9,49	9,57	9,55	9,55
für 1 Rechnungs-km. Pf.	46,53	45,85	45,13	41,65	38,11

Zusammenstellung der Einnahmen und Ausgaben.

Einnahmen.

Aus Personenbeförderung . .	M.	455514,95
Sonstige Einnahmen	»	29754,15
	M.	485269,10

Ausgaben.

Verwaltungsaufwand	M.	16484,54
Betriebsaufwand	»	297643,28
Verzinsung und Tilgung . .	»	126870,75
Erneuerungsfonds	»	20000,—
Reinertrag	»	21900,—
Sonstiges	»	2370,53
	M.	485269,10

Die Bruttoverzinsung des gesamten Anlagekapitals von M. 2412350 hat M. 168770,75 oder 7% betragen.

Neue Bücher.

Wie stellt man Projekte, Kostenanschläge und Betriebskostenberechnungen für elektrische Licht- und Kraftanlagen auf? Aus der Praxis für die Praxis. Von Zivilingenieur Fritz Hoppe. Mit 37 Textfiguren. Vierte vervollständigte Auflage. Leipzig, Verlag von Johann Ambrosius Barth. Preis geb. M. 5,50.

Dem vorliegenden Buche gegenüber als Referent eine Stellungnahme zu finden ist nicht ganz einfach. Die vierte Auflage ist ziemlich bald nach der ersten erschienen, buchhändlerischer Erfolg und Beifall eines nicht ganz kleinen Leserkreises sind also nicht zu bestreiten! Der Name des Verfassers hat in der Fachwelt Klang. Bedarf es also noch einer Besprechung des Buches? — Hierauf muß ich antworten: Doch — leider! Denn es darf nicht verschwiegen werden, daß für den, der in der Lage ist, die Wirkung eines solchen Buches aus der selbstverständlich »praktischen« Praxis für die natürlich unpraktisch gedachte andere Praxis zu ermessen, die vierte Auflage keine erfreuliche Erscheinung ist. Käme das Buch nur in die Hände von wirklichen Elektroingenieuren, so wäre es ungefährlich. Die Laientechniker aber und die Ingenieure, deren Wirkungskreis auf ganz anderen Gebieten der Technik liegt, werden durch sogenannte »praktische«, d. h. unter Anwendung technischer Ausdrücke populär gehaltene Darstellungen leicht irre geführt, wenn die Autoren nicht jedes Wort aufs genaueste überlegen. Deswegen sollten selbst erfahrene Fachleute Bedenken tragen, Hilfsbücher od. dgl. zu schreiben, wenn sie nicht von vornherein die vollste Gewißheit haben, daß ihnen auch die Zeit zu gründlichster Arbeit bleiben wird. Und hier scheint mir arg gefehlt zu haben, wie schon rein äußerlich eine große Reihe von Druckfehlern und Unstimmigkeiten der Sätze erkennen lassen. Wie könnte sonst wohl ein Satz stehen geblieben sein, wie z. B. der: »Der Vorteil der Wasserröhrenkessel gegenüber den Großwasserraumkesseln beruht auf dem geringen Stromdbedarf und den etwas geringeren Anschaffungskosten«? Wie weit rein sachliche Unrichtigkeiten, die sich wiederholt finden, nicht nur in dem Kapitel über Kessel, vielmehr an den verschiedensten Stellen und namentlich in den Ausführungen über die Elektromotoren, als Druckfehler aufzufassen sind, ist hier nicht die Aufgabe festzustellen. Es soll auch nicht über Dinge gestritten werden, in denen jeder seine Meinung haben kann. Aber im ganzen genommen will mir doch scheinen, daß es berechtigt ist, den Wunsch auszusprechen, daß, da infolge der eingreifenden Umgestaltung der Verbandsvorschriften unmittelbar nach dem Erscheinen des Buches nach des Verfassers eigenen Darlegungen ein Neudruck für unvermeidlich zu erklären sein wird (vgl. Einleitung), der Revision des vorliegenden Textes recht viel Ruhe und Sorgfalt gewidmet werden möchte. Wenn dann noch nebenbei überflüssige historische Betrachtungen und entbehrliche Literaturhinweise mit fortgestrichen werden, wird sie niemand ernstlich vermissen.

W. Kübler.

Gebührenordnung der beratenden Ingenieure für Elektrotechnik, aufgestellt vom Verein beratender Ingenieure für Elektrotechnik. Kommissionsverlag von A. Seydel. Berlin, SW 11. Polytechnische Buchhandlung. Preis: 20 Pf.

Der Verein beratender Ingenieure hat für die Arbeiten der beratenden Ingenieure für Elektrotechnik eine Gebührenordnung aufgestellt, da die z. Z. geltende Gebührenordnung für Architekten und Ingenieure keine der Tätigkeit dieser Ingenieure angepaßten Bestimmungen enthält. Da diese Gebührenordnung eine wesentliche Lücke ausfüllt, so dürfte sie schnell überall Eingang finden.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

1. Ganze Kraftanlagen (Kraftwerke).

Fulham Electricity Works. (Elect. Enging, 23. Jan. 1908.) Die Elektrizitätswerke in Fulham bilden die größte Müllverbrennungsanlage Englands nach dem Horsefallsystem und sind seit 1901 im Betrieb. Der zwischen dem neuen und alten Kesselhaus gelegene Maschinenraum enthielt ursprünglich drei 300 KW-Drehstromgeneratoren mit 93 Umdr. pro Min., direkt angetrieben von horizontalen Dampfmaschinen, eine derselben wurde später durch eine vertikale, rasch laufende 1000 KW-Bellis-G. E. Co.-Dampfzweiphasendynamo für 3000 Volt, 50 Perioden, 250 Umdr. pro Min. ersetzt und ein 600 KW-Zweiphasengenerator für gleiche Spannung und Drehzahl aufgestellt. In letzter Zeit gelangt ohne jede Raumvergrößerung ein 750 KW-Curtis-Turbogenerator, 1500 Umdr. pro Min. zur Aufstellung; derselbe ist die erste Maschine dieser Bauart in England. Der Dampfverbrauch beträgt bei Vollast 8,7 kg/KW.St., Halblast 9,6 kg, 50% Überlast 9,3 kg. Bei Überhitzung (100° C) erniedrigt sich derselbe auf 7,5 kg/KW.St. Zur Erregung dienen drei Dampfdynamos zu 60 KW, 110 Volt, 460 Umdr. pro Min. Sämtliche Hilfsmaschinen sind elektrisch betrieben. Die Hauptschalttafel befindet sich auf einer Galerie längs des Maschinenraumes; für den Bogenlichtstromkreis dient eine Ferrantischalttafel (Gleichrichter). Das neue Kesselhaus enthält vier Stirlingkessel mit eingebautem Überhitzer, während die Wasserrohrkessel im alten Teil ohne Überhitzung arbeiten. Die neuen Kessel haben mechanische Feuerung und künstlichen Zug. Die Verbrennungsanlage besteht aus 12 Horsefallzellen mit oberer Speisung, welche zur Heizung von 6 B.- u. W.-Kesseln samt Ekonomiser dienen; es können 10 t Müll pro Zelle täglich verbrannt werden. Etwa 50% des erzeugten Dampfes werden für die elektrische Anlage, der Rest für die Klinkerziegelfabrikation und Nebenproduktverwertung aus den Aschenrückständen (Schlacke etc.) benötigt.

Die Betriebsergebnisse des letzten Jahres sind nachstehend wiedergegeben.

Verbranntes Müll in t	35222
Größtes und kleinstes Tagesquantum	t79—48
Gewicht der erzeugten Nebenprodukte in t	to340
Betriebskosten pro t Müll . Mk.	2.45
Inkl. Verzinsung und Tilgung . Mk.	3.60

2. Gewinnung der mechanischen Arbeit.

Some Interesting Steam Turbine Data. (El. World, 9. Nov. 1907, S. 913.) Prüfungsergebnisse an einer 900 KW-Curtis-Turbine in Chicago:

Belastung KW	Dampfdruck kg/qcm	Vakuum mm	Überhitzung °C	Dampfverbrauch kg/KW.St.
5.374	12.8	736	74	5.92
8,070	12.6	741	64.5	5.85
10,186	12.4	738	81.8	5.81
12,108	12.8	735	82.3	5.87
13,900	13.9	731	77,8	6.12

Eine 5000 KW-Curtis-Turbine in Boston hatte bei 5195 KW 12,2 kg/qcm Dampfdruck, 80° Überhitzung und 720 mm Vakuum einen Dampfverbrauch von 6,09 kg/KW.St.

Die Verwendung überhitzten Dampfes in Elektrizitätswerken. Von Ulrich (E. T. Z., 5. Dez. 1907, S. 1163.) Für je 5 bis 6° Überhitzung ergibt sich eine Dampfersparnis von ungefähr 1%. Bei neueren Kolbenmaschinen geht man nur ausnahmsweise auf mehr als 250° Dampftemperatur am Einlaßventil der Maschine. Die Dampfturbine läßt dagegen fast ohne Ausnahme Überhitzungen von 300 bis 350° zu, da der einzige empfindliche Teil, die Hochdruckstopfbüchse, meistens künstlich gekühlt wird. Direkter Einbau der Überhitzer in die Dampfkesselfeuerung ist im allgemeinen bei gleichmäßigem Betrieb zu empfehlen, so wenig Regulierung der Überhitzung nötig ist und wo kurze Rohrleitungen mit wenig Temperaturgefälle in Frage kommen. Bei langgestreckten Kesselhäusern dagegen mit langen Rohrleitungen und bei Betrieben mit stark wechselnder Belastung sind Überhitzer mit eigener Feuerung und einer guten Regulierung besser angebracht.

Gas Producer Generating Station of the Milwaukee Northern Railway. (El. World, 7. Dez. 1907, S. 1130.)* Aufgestellt sind drei Maschinensätze zu je 1000 KW, bestehend aus horizontalen, 4 zylindrigen, doppeltwirkenden Gasmaschinen in Tandemanordnung gekuppelt mit Wechselstromgeneratoren, 25 Perioden, 405 Volt Spannung, der Allis-Chalmer Company. Zylinderbohrung 980 mm, Hub 1280 mm, Drehzahl 107 Umdr. pro Min. Für die elektrische Zündung ist ein besonderer Umformersatz aufgestellt, der 60 Volt Gleichstrom liefert. In jedem Zylinder zwei Zündvorrichtungen, damit Aussetzer möglichst vermieden werden. Anlassen der Maschinen erfolgt durch Druckluft. Die Zylinderwände, Kolben, Kolbenstangen und Ventile sind durch Wasser gekühlt. Trotz großer Belastungsschwankungen infolge des Bahnbetriebes (von $^1/_2$ auf t$^1/_2$ Normallast) arbeiten die Maschinen sehr ruhig und gleichmäßig. Gaserzeugung in zwei Gasgeneratoren System Loomis-Pettibon von einer Gesamtleistung von dauernd 4000 PS und für 5 Stunden 5000 PS. Wirkungsgrad der Generatorenanlage = ∾ 80%. — Auf der Strecke verteilt sind 8 Unterwerke, in denen Umformer von 300 oder 400 KW (650 Volt) aufgestellt sind. Der Wagenpark besteht aus 8 Wagen von 31,7 t Gewicht. Reisegeschwindigkeit 40 km/St., Höchstgeschwindigkeit 87 km/St.

Electrical Energy Transmission in Central Colorado. (El. World, 28. Dez. 1907, S. 1235.)* Aufzählung und kurze Beschreibung der neun in Mittel-Colorado vorhandenen bzw. im Bau befindlichen elektrischen Kraftübertragungsanlagen nach einem in der letzten Versammlung der Colorado Electric-Light, Power & Railway Association gehaltenen Vortrage.

Curtisturbines in the U. S A. (El. Rev., London, 31. Jan. 1908.) Curtis-Turbinen wurden für Leistungen bis zu 9000 KW von der Gen. El. Co. hergestellt. Die Bahnkraftwerke in Port Morris und Jonkers enthalten je vier 5000 KW-Curtis-Turbogeneratoren, welche mit den zugehörigen Kesseln, Hilfsmaschinen und Kondensator vier selbstständige Gruppen bilden. Die Generatoren für 11000 Volt, 25 Perioden haben einen Wirkungsgrad von 96%. Zur Erregung dienen zwei Turbogeneratoren, für je 150 KW, 125 Volt, horizontaler Bauart, sowie ein Motorgenerator mit Hilfsbatterie.

Eine weitere Anlage befindet sich in Boston der Edison Electr. Co. mit zwei Einheiten zu 5000 KW, ebenfalls nach dem sog. Einheitssystem ausgeführt mit Generatoren für 6600 Volt bei 60 Perioden. Die Anlage soll bis auf 12 solcher Maschinensätze erweitert werden. Der Dampfverbrauch beträgt 6,2 kg pro KW.St. bei Vollast, 13 Atm. Kesseldruck, 70° Überhitzung, 72 cm Luftleere. Die in dem Fisk Street-Kraftwerk, Chicago, aufgestellten 9000 KW-Turbogeneratoren haben einen nahezu konstanten Dampfverbrauch von 6 kg pro KW.St. bei Belastungen zwischen 6000 und 12000 KW bei gleicher Luftleere und Überhitzung wie die vorgenannten Turbinen. Die Turbinen sind 5stufig, und kann mit Hilfe eines besonderen Ventils der zweiten Stufe bei Überlastungen Frischdampf zugeführt werden. Das Spurlager hat Druckentlastung, außerdem sind noch zwei Halslager vorhanden.

3. Umwandlung der mechanischen Energie in elektrische.

Gleichstrommaschine für konstanten Teilstrom. Von Dr. E. Rosenberg. (E. T. Z., 19. Dez. 1907, S. 1207.)* Die Rosenberg-Maschine kann auch für den Fall verwendbar gemacht werden, daß zwei Stromkreise zu speisen sind, von denen der eine einen konstanten, der andere einen veränderlichen Widerstand besitzt. Es wird zu diesem Zwecke noch eine mit dem Zweige veränderlichen Widerstandes in Reihe geschaltete Hauptstromwicklung angeordnet. Änderungen in diesem Zweig sind dann auf die Spannung nicht von Einfluß. Diese Maschine kann z. B. als direkt mit einem Ilgner-Maschinensatz gekuppelte Erregermaschine verwendet werden, die dann sowohl die konstante Erregung des Fördermotors als auch die veränderliche Erregung der Anlaßdynamo liefert.

Turbo-Alternators. (El. World, 4. Jan. 1908, S. 64.)* Abbildung eines unbewickelten und bewickelten vierpoligen Rotors ohne ausgeprägte Pole und des bewickelten Stators eines 1500 KW-Wechselstromturbogenerators der Allis-Chalmers Co. in Milwaukee.

Les moteurs à vent et leur utilisation à la production de l'énergie électrique. Von A. Mollin. (La Lum. electr., t1. Jan. 1908, S. 43.)* Beschreibung einiger in neuerer Zeit ausgeführter Windkraftwerke mit einer Leistung von 6 bis 8 PS. Namentlich in

Verbindung mit einem Aushilfspetroleummotor kann diesem System unter gewissen Verhältnissen eine ziemliche wirtschaftliche Bedeutung zugesprochen werden.

Über die Ausnutzung der Anker von Gleichstrommaschinen. Von Rosskopf. (E. u. M., Wien, 5. Jan. 1908, S. 1.)* Zweck dieses Aufsatzes ist, eine Methode anzugeben, mittels welcher es möglich ist, die für eine bestimmte Erwärmung zulässigen Beanspruchungen von vornherein festzustellen. Die Methode erfordert zu gleicher Zeit die Frage, wie die verschiedenen Beanspruchungen zu wählen sind, damit der Anker möglichst ausgenutzt ist. Nach dieser Methode werden folgende beiden Beispiele gerechnet:

1. Beispiel für den Entwurf eines Gleichstromankers mit sehr großem Durchmesser.

Ankerlänge mit Luftschlitzen	31 cm
» ohne »	28 »
Nutenfüllfaktor	0,4 »
Umfangsgeschwindigkeit	15 m/Sek.
Wattverlust pro qcm	0,4
Wirkliche Zahninduktion	22 000
Blechstärke	0,5 mm
Eisenverlust in den Zähnen	0,128 t W/ccm
Ideelle Zahninduktion	21 200
Amperestabzahl pro cm Ankerumfang	272
Luftinduktion	8 900
Günstige Nutenhöhe	3,85 cm
Stromdichte im Ankerleiter	3,54 Amp./mm
Größenkonstante D^2 l. n/KW	$35{,}4 \times 10^4$

2. Beispiel für den Entwurf eines Gleichstromankers mit kleinerem Durchmesser.

Durchmesser	48 cm
Ankerlänge mit Luftschlitzen	23 »
Effektive Ankerlänge	18 »
Umdrehungszahl	680 pro Min.
Polzahl	6
Nutenfüllfaktor	0,38
Wirkliche Zahninduktion, mittel	20 000
Blechstärke	0,5 mm
Eisenverlust in den Zähnen	0,18 W/ccm
Wirkliche Zahninduktion, höchst	23 000
Verhältnis von Zahnbreite zu Nutenteilung	0,575
Verhältnis von Nutenbreite zu Nutenteilung	0,425
Günstigste Nutenhöhe	3,2 cm
Stromdichte im Ankerleiter	4,32 Amp./qmm
Amperestabzahl pro cm Ankerumfang	239
Luftinduktion	8460
Größenkonstante D^2 l. n/KW	$42{,}3 \times 10^4$
Leistung	81,5 KW

Theoretisches und Praktisches über den Parallelbetrieb von Wechselstrommaschinen. Von Dr. G. Benischke. (E. u. M., Wien, 29. Dez. 1907, S. 1009.)* Es werden einige praktische Beobachtungen, besonders ein Fall, der in allen Einzelheiten sichergestellt ist, mitgeteilt und dadurch die von verschiedenen Seiten aufgestellte Theorie widerlegt. In einer Anlage in Alsdorf wurden zwei 430 KW-Drehstrommaschinen aufgestellt, und, um ein Pendeln sicher zu verhüten, mit einem Schwungmoment von 280000 kg/qm ausgerüstet. Die Maschinen pendelten doch; ihr Schwungmoment wurde, um ganz sicher zu gehen, auf 440000 kg/qm gesteigert. Das Pendeln wurde dadurch kaum merklich verbessert, erst durch Änderungen in der Regulierung der Gasmotoren wurde der Parallelbetrieb ermöglicht. An einem anderen Beispiel wird ebenfalls gezeigt, daß eine Veränderung an der Steuerung einer Antriebsmaschine *A* das Parallelschalten zu einer zweiten Maschine *B* erst ermöglichte. Obgleich sich Maschine *B* zu Maschine *A* anstandslos parallel schalten ließ, war vor der Änderung das Umgekehrte nicht möglich. Selten soll die Vorschaltung von Drosselspulen ein wirksames Mittel gegen Pendeln sein. Ab und zu wurde durch Einbau von Dämpfern das Pendeln beseitigt. Vorteilhaft ist es, wenn ein Nebenschluß über eine Drosselspule oder einen oder mehrere Transformatoren zwischen den parallel geschalteten Maschinen hergestellt wird.

Vertikal Shaft Rotary Converter at Chicago. (El. World, 28. Dez. 1907, S. 1230.)* Die Commonwealth Edison Company in Chicago, die bereits fünf Periodenumformer mit senkrechter Welle mit gutem Erfolg in Betrieb hat, hat neuerdings einen 2000 KW-Einankerumformer mit vertikaler Welle für 166 Umdr. pro Min. aufgestellt, der von der Gen. El. Co. geliefert ist. Gegenüber den früheren Umformern unterscheidet er sich dadurch, daß die Welle feststeht und der Anker um die Welle rotiert. Die Last des umlaufenden Ankers kann entweder durch Kugellager oder Preßöllager aufgenommen werden. Bisher gute Erfahrung mit dem Kugellager. Die feststehende Welle hat einen Durchmesser von 575 mm. Gewicht der ganzen Maschine 67 t. Durchmesser der kreisförmigen Fundamentfläche 4,70 m. Höhe des Umformers 2,60 m. Querschnittzeichnung siehe Fig. 288. Ein Umformer von gleicher

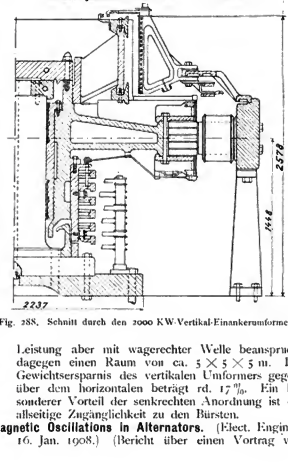


Fig. 288. Schnitt durch den 2000 KW-Vertikal-Einankerumformer.

Leistung aber mit wagerechter Welle beansprucht dagegen einen Raum von ca. $5 \times 5 \times 5$ m. Die Gewichtsersparnis des vertikalen Umformers gegenüber dem horizontalen beträgt rd. $17\,^{0}/_{0}$. Ein besonderer Vorteil der senkrechten Anordnung ist die allseitige Zugänglichkeit zu den Bürsten.

Magnetic Oscillations in Alternators. (Elect. Enging., 16. Jan. 1908.) (Bericht über einen Vortrag von

Worrall, Inst. of Elect Eng.) Der Verfasser hat Untersuchungen über den Einfluß und Art der magnetischen Schwingungen an einem vierpoligen Drehstromgenerator für 173 Volt mit 44 Nuten, 1200 Umdr. pro Min. vorgenommen. Das Verhältnis Polbogen zu Nutenteilung betrug 6 : 1 und wurde durch Abhobeln der Polkanten bis auf 5,5 : 1 verändert. Die Größe der magnetischen Schwingungen wurde mittels verschieden bewickelter Meßschleifen (und Galvanometer) beobachtet, die Kurve der EMKe. mit einem Oszillographen aufgenommen. Der Verfasser gelangt zu folgenden Ergebnissen: 1. Es gibt zwei Arten von Schwingungen im Hauptstromkreis: a) Eine Steigerung der Feldstärke mit ausgeprägtem Maximum, welche als »Pulsation« bezeichnet wird. b) Ein Hin- und Herpendeln der Amplitude des Kraftflusses, welche als »Schwebung« (»swing«) bezeichnet wird. 2. Die »Pulsationen« sind ein Maximum, wenn das Verhältnis Polbogen: Nutenteilung eine ganze Zahl ist, ein Minimum, wenn daselbe eine ganze Zahl plus 0,5 beträgt. 3. Die »Schwebungen« sind ein Maximum, wenn die genannte Verhältniszahl eine ganze Zahl + 0,5, ein Minimum, wenn dieselbe eine ganze Zahl ist. 4. Die Zacken im Höchstwert der Feldwicklungskurve führen von den »Schwebungen«, jene im Nullwerte derselben von den Pulsationen« her. 5. Im belasteten Zustand wird der in die Zähne eintretende Kraftfluß a) nach rückwärts verschoben, wenn Stromstärke und EMKe. dieselbe Richtung haben, b) nach vorwärts, wenn die beiden Richtungen entgegengesetzt sind.

Test of a Low Voltage Alternator for Calcium Carbid Furnaces. (El. Rev., London, 17. Jan. 1908.) Es werden Prüfergebnisse, vorgenommen an einem 430 KW-Wechselstromgenerator von Mather und Platt für 300 Umdr. pro Min., 25 Perioden bei 50 Volt unter Leitung von F. Broadbent, M. I. E. E. mitgeteilt. Der garantierte Wirkungsgrad bei Vollast und $\cos \varphi = 1$ war 90%. Der Stator besitzt 10 parallele Stromkreise, welche auf gleichen Widerstand und Phasenverschiebung untersucht wurden mittels Hintereinanderschaltung eines Hitzdrahtes von 28 Amp. Schmelzstromstärke. Die Eisenverluste wurden mittels Hilfsmotorantrieb bestimmt, die Kupferverluste durch Widerstandsmessung am Stator. Die Erregerverluste wurden aus der Leerlaufcharakteristik ermittelt. Der normale Erregerstrom bei Vollast und $\cos \varphi = 1$ wurde als geometrische Resultante aus Leerlauf- und Kurzschlußcharakteristik ermittelt. Es sind folgende Meßergebnisse angeführt:

	Isolations-widerstand	Leitungs-widerstand	Prüf-spannung
Stator	0,8 Megohm	0,0000075 Ω	1000 Volt
Rotor	0,65 »	1,76 Ω	1500 »
Erreger, Anker .	0,5 »	0,227 Ω	1000 »
Erreger, Magnetwicklung . . .	7,0 »	9,6 Ω	1000 »

Erregerstrom bei Vollast, $\cos \varphi = 1$, (50 Volt) . . 26,6 Amp. $= \sqrt{19{,}6^2 + 18{,}0^2}$ (Leerlauferregung — 19,6 Amp., Kurzschlußerregung 18,0 Amp.).

Verluste:

Gesamte Leerlaufverluste, am Hilfsmotor gemessen	18,7 KW
Hiervon ab: Leerlauferregung, Motor- und Riemenverluste	4,26
Reine Eisenverluste des Generators . .	15,24 KW
Vollasterregung 26,6 Amp. bei 53 Volt .	1,43 KW
Kupferverluste am Stator	5,75 »
Gesamtverluste	22,42 KW
Vollastwirkungsgrad	95%.

The Hopkinson Test as applied to large Induction Motors. Pensabene-Perez. (Electr. Review, London, 24. Jan. 1908.) Die Methode besteht darin, zwei Induktionsmotoren mit verschieden großen Antriebsscheiben einerseits als asynchroner Generator, anderseits als Motor laufen zu lassen. Das Gleichgewicht besteht, wenn die Drehmomente umgekehrt proportional den Umfangsgeschwindigkeiten sind. Die Theorie wird an Hand des Vektordiagramms erläutert. Ist Dg der Durchmesser der Generatorriemenscheibe, Dm derjenige der Motorscheibe, b die Dicke des Riemens, s_1 die Generator-, s_2 die Motorschlüpfung, s^1 der Riemenschlupf, so verhält sich:

$$\frac{Dg + b}{Dm + b} = \frac{1 - s_1}{1 - s_2}(1 - s^1).$$

Wird diese Bedingung erfüllt, so kann man die Eisen- und Reibungsverluste durch Messung der Leerlaufwatt bei synchroner Geschwindigkeit finden, doch es müssen auch die Verluste infolge Riemensteifigkeit und Riemenschlupf berücksichtigt werden. Erstere können aus den Leerlaufverlusten mit und ohne Riemen leicht ermittelt werden. Zur Bestimmung der letzteren dient die Beziehung: $s^1 = 1 - \frac{Dg + bN_0}{Dm + bN_1}$, wenn N_0 N_1 die synchronen Geschwindigkeiten bedeuten. Die Berechnung wird an Hand eines Beispiels erläutert.

4. Fortleitung der elektrischen Energie.

The 100000 Volt, Steel Tower Line of the Grand Rapids-Muskegon Power Company. (El. World, 2. Nov. 1907, S. 850.)* Übertragungslinie von 56 km für 100000 Volt auf Gittermasten von dreieckigem Querschnitt (Höhe 12,2 bis 18,3 m), Entfernung der Masten voneinander rd. 153 m. Als Isolatoren sind fünfteilige hängende Kettenisolatoren verwendet. Der Durchmesser jedes der fünf Porzellanteile ist 30,5 m, Überschlagspannung für jedes der fünf Glieder = 65000 Volt.

Neue geschlossene Hochspannungssicherungen der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft. Von W. Fellenberg. (E. T. Z., 16 und 23. Jan. 1908, S. 45 und 76.)* Für Kraftwerke und Leitungsnetze mit geringerer Leistung als 2000 KW lassen sich an Stelle der Automaten Hochspannungssicherungen verwenden, die gegenüber den Automaten keiner Wartung bedürfen. Die Sicherungen können auch zweckmäßig mit Automaten hintereinander geschaltet werden, um doppelte Sicherheit gegen Kurzschluß zu haben. Die zickzack- oder schleifenförmig geführten Drähte sind bei Hochspannungssicherungen den geradlinig angeordneten vorzuziehen, weil bei ihnen dynamische Wirkungen auftreten, die den Lichtbogen verlöschen. Kupfer ist als Schmelzmaterial dem Silber vorzuziehen, da Kupferdämpfe weniger leiten als Silberdämpfe. Als Füllmaterial ist Talkum am vorteilhaftesten. Die Verschlußplatten der Porzellankörper, in denen sich die zickzackförmigen Schmelzdrähte befinden, sind elastisch. Jede Sicherung ist aus mehreren Normalelementen von 110 mm Länge aufgebaut. Die Schmelzeinsätze lassen sich auf billige und einfache Weise erneuern.

Herausgegeben von Professor Dr. Jng. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TREIBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN
CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 131

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GORGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KITTLER-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; C. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPANGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **4. Mai 1908.** **Heft 13.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Bureaus zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36 maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Anzeigenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 131.

INHALT:

Über die Einführung des elektrischen Betriebes auf den Bayerischen Staatseisenbahnen. S. 245.

Zur Berliner Verkehrsfrage. Von Geh. Regierungsrat Professor E. Dietrich, Berlin. S. 246.

Besprechung des neuen Entwurfes einer Polizeiverordnung, betreffend Einrichtung, Betrieb und Überwachung elektrischer Starkstromanlagen. Von K. Wilkens-Berlin. S. 248.

Elektrischer Antrieb für Eisenbahn-Mastsignale. Von L. Kohlfurst. S. 250.

Kleine Nachrichten. S. 252. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft. Die Kraftübertragung El Corchado-Sevilla.

Aus den Geschäftsberichten. S. 256. Geschäftsbericht der Elektrischen Straßenbahn zu Erfurt über das 14. Geschäftsjahr 1906/1907.

Neue Bücher. S. 261.

Zeitschriftenschau. S. 262.

Über die Einführung des elektrischen Betriebes auf den Bayerischen Staatseisenbahnen.

Von Professor Dr.-Ing. W. Reichel.

In den Vorarbeiten, welche in bezug auf die Verwendung elektrischer Arbeit zum Betriebe von Vollbahnen von den großen Bahnverwaltungen zurzeit angestellt werden, ist am Anfang dieses zweiten Vierteljahres wieder ein bedeutungsvoller Abschluß erzielt worden, und zwar betrifft derselbe die Einführung des elektrischen Betriebes auf den **Bayerischen** Staatseisenbahnen. Zwar ist diese schon seit längerer Zeit Gegenstand des besonderen Interesses des Königlich Bayerischen Staatsministeriums für Verkehrsangelegenheiten, aber es fehlte doch bis vor kurzem noch an inancherlei tatsächlichen Unterlagen und vor allem hatten sich die Ideen zur Ausnutzung der Wasserkräfte noch nicht genügend verdichtet. Nachdem aber der Herr Minister von Frauendorfer verfügt hatte, daß eine eingehende Untersuchung der einschlägigen Einzelheiten durch das Starkstromreferat des Verkehrsministeriums insbesondere unter Berücksichtigung der vorhandenen Wasserkräfte vorgenommen werden sollte und mit der Begutachtung der Untersuchungen eine amtliche Kommission[1]) beauftragt hatte, sind unter dem Vorsitz und der tatkräftigen Leitung des Herrn Staatsrats Freiherrn von Schacky in kurzer Zeit die Arbeiten so gefördert worden, daß sie Anfang April d. Js. in der vorliegenden Fassung einer »Denkschrift über die Einführung des elektrischen Betriebes auf den Bayerischen Staatseisenbahnen«[2]) ihren Abschluß gefunden haben. Daß es wahrlich keine geringe Mühe gewesen ist, die Untersuchungen umfassend und lückenlos auszugestalten — entsprechend dem vom Referenten Herrn Dr. Gleichmann aufgestellten Programm — das ist nicht bloß dem Umfange derselben, sondern auch der großen Klarheit und Übersichtlichkeit ihrer Einzelheiten ohne weiteres zu entnehmen. Da bisher keine ähnliche Arbeit bekannt geworden ist, welche die ein größeres Eisenbahnnetz betreffenden Fragen mit auch nur annähernd so vortrefflicher Gründlichkeit behandelt wie die vorliegende Arbeit, und die vorliegende wie keine andere sich als Beispiel zur Prüfung der Sachlage bei Vollbahnen eignet, so wird es für die Leser der Zeitschrift sicherlich von großem Interesse sein, über einige der wichtigsten Einzelheiten der Denkschrift, technische sowohl als wirtschaftliche, Aufschluß zu erhalten. Daher soll hier eine Besprechung dieser vorgenommen werden.

In der »Einleitung« zur Denkschrift ist zunächst darauf hingewiesen, daß bis heute alle Systeme für den elektrischen Bahnbetrieb, das des Gleichstromes, des Drehstromes und insbesondere seit dem Jahre 1902 das System des einfachen Wechselstromes weit genug ausgebildet worden sind, um die zur Beurteilung ihrer Brauchbarkeit für den Hauptbahnbetrieb notwendigen Erfahrungen zu sammeln, und ist betont, daß letztere auch dazu berechtigen, die Vorteile des elektrischen Betriebes für Zugförderung auf den Haupteisenbahnen zu verwerten. Wenn dieser schon bei Erzeugung der elektrischen Arbeit durch Wärmekraftmaschinen zu finanziellen Erfolgen führe, um wieviel mehr könne ein Erfolg da erwartet werden, wo billige und auch sonst geeignete

[1]) bestehend aus den Herren Regierungsrat Dr. **Heubach**, Regierungsrat Dr. **Gleichmann**, Direktions-Assessor **Zelt** und dem beratenden Mitgliede Professor Dr.-Ing. **W. Reichel**. Seit Januar 1908 sind der Kommission noch die Herren Direktions-Assessor Dr. **Casimir** und Professor Ir. Dr.-Ing. **Camerer** zugeteilt.

[2]) herausgegeben vom K. B. Staatsministerium für Verkehrsangelegenheiten, zu beziehen durch das Geheime Expeditionsamt. M. 5.

Wasserkräfte ausgenutzt würden, wie dies gerade in Bayern recht wohl der Fall sein könnte. Und es unterliegt keinem Zweifel, daß die Verwertung von Wasserkräften in einem Staate wie Bayern in erster Linie für den elektrischen Bahnbetrieb in Betracht kommt. Deshalb waren in der Denkschrift »Die Wasserkräfte Bayerns«, die im Auftrage des K. Staatsministeriums des Innern von der Obersten Baubehörde bearbeitet und Ende des vergangenen Jahres herausgegeben worden war, die leitenden Gesichtspunkte ausführlich erörtert und war auf die Notwendigkeit hingewiesen worden:

1. eine Übersicht über den Kraftbedarf für den elektrischen Bahnbetrieb aufzustellen und die geeigneten Wasserkräfte zu kennzeichnen;
2. Linien zur Einführung des elektrischen Betriebes zu benennen.

Die hierdurch notwendig gewordenen Aufstellungen hat die vorliegende Denkschrift unter Zugrundelegung nachstehender Einteilung zum Ausdruck gebracht:

A) Der allgemeine Teil A umfaßt drei Abschnitte, und zwar
- **I. Kraftbedarf für den elektrischen Bahnbetrieb.**
- **II. Wahl der Stromart.**
- **III. Wirtschaftlichkeit des elektrischen Bahnbetriebes.**

B) Der besondere Teil B enthält:
- **IV. Die Einzeluntersuchungen über die Einführung des elektrischen Betriebes**
  - a) **auf der Hauptbahn Salzburg—Freilassing—Bad Reichenhall mit der anschließenden Lokalbahn Bad Reichenhall—Berchtesgaden;**
  - b) **auf der neu zu erbauenden Hauptbahn Garmisch-Partenkirchen bis zur Landesgrenze bei Scharnitz;**
  - c) **auf der neu zu erbauenden Lokalbahn bis zur Landesgrenze bei Griesen;**
  - d) **auf den Linien München—Garmisch-Partenkirchen, Tutzing—Penzberg—Kochel, Weilheim—Peißenberg und der Nahverkehrlinie München—Gauting;**
  - e) **auf den Linien München—Bad Tölz—Schliersee und Holzkirchen—Rosenheim.**
- **V. Die Wasserkraft- und Elektrizitätswerke, die für den elektrischen Bahnbetrieb zur Ausführung gelangen sollen, nämlich:**
  - a) **das Saalach-Werk,**
  - b) **das Lechbrucker Werk,**
  - c) **das Walchensee-Werk.**

C) In einer kurzen Schlußbetrachtung (C) wird sodann das Ergebnis der Denkschrift zusammengefaßt.

Anhang.

Ein Anhang enthält jene fachwissenschaftlichen Einzelheiten, welche für die eigentliche Denkschrift weniger geeignet erschienen.

Von wesentlicher Bedeutung ist hierbei noch, daß für die Einführung des elektrischen Betriebes auf den Linien unter a, b und c die erforderlichen Mittel im außerordentlichen Budget 1908/09 beantragt sind, und auf den Linien unter d und e der elektrische Betrieb für später in Aussicht genommen ist.

Wie eben erwähnt, sind die fachwissenschaftlichen Einzelheiten, die unsere Leser ebenfalls stark interessieren, größtenteils aus der eigentlichen Denkschrift in den »Anhang« ausgeschieden. Ganz fortgelassen sind dagegen: »Die Grundlagen für die Berechnung des Arbeitsverbrauchs«. Da diese aber sowohl für die vorliegende Studie als auch überhaupt in der vom Starkstromreferat gewählten Form und Zusammenstellung für Entwürfe elektrischer Hauptbahnbetriebe besonders wichtig sind, so sollen sie an erster Stelle im nächsten Hefte mitgeteilt werden. (Fortsetzung folgt.)

Zur Berliner Verkehrsfrage.

Von Geh. Regierungsrat Professor **E. Dietrich**, Berlin.

Zu dem Widerstreite der Meinungen über den weiteren Ausbau der Berliner Verkehrsstraßen diene nachfolgende Auslassung.

Verfasser dieses glaubt zur Besprechung der Angelegenheit deshalb berechtigt zu sein, weil er den von ihm vor 25 Jahren neugeschaffenen Lehrstuhl für Straßenbau und Straßenbahnen an der Technischen Hochschule zu Charlottenburg nahezu ebenso lange Zeit innegehabt und dadurch Veranlassung gehabt hat, sich auch mit den Berliner Verkehrsfragen fortgesetzt zu beschäftigen.

Schon vorher, im Jahre 1881, veröffentlichte der Verfasser in der Baugewerkszeitung einen Aufsatz über »die zukünftige Entwicklung der Berliner Verkehrsverhältnisse«, in welchem empfohlen wurde, nach dem Vorbilde der anderen Großstädte London, Paris und Wien die Straßenbahnen in den inneren engen Stadtteilen Berlins überhaupt nicht zuzulassen und den Verkehr dort durch Asphaltierung aller wichtigeren, damals noch gepflasterten Straßen, und Einführung eines flotten Omnibusbetriebes auf diesen Straßen zu regeln. Es wurde dabei darauf hingewiesen, daß besonders in London die ganze Innenstadt, also ein Gebiet, welches etwa dem von der heutigen Stadtringstraßenbahn umzogenen Stadtteile entspricht, absichtlich von Straßenbahngleisen freigehalten und dem Omnibusbetriebe überlassen wurde, um Hinderungen des sonstigen Wagenverkehrs durch die Straßenbahn vorzubeugen.

In Berlin herrschte aber damals bei den maßgebenden Behörden die eigenartige Ansicht, daß der Verkehr des sonstigen Fuhrwerks durch die an feste Gleise gebundene Straßenbahn nicht gehindert, sondern gefördert[!] werde, indem dem anderen Wagenverkehr durch die Straßenbahn ein bestimmter seitlicher Streifen der Straßenbreite zugewiesen sei. Diese Ansicht kann nur für Straßen gelten, welche so breit sind, daß außer den Straßenbahnwagen noch beiderseits bequeme Breite für wenigstens je drei Fuhrwerke anderer Art vorhanden ist, so daß diese Wagen sich auch seitlich der Straßenbahn noch ungehindert bewegen können, wenn Droschken oder Lastfuhrwerke an den Fußwegen stillstehen; Straßen solcher Breite sind im Innern von Berlin überhaupt nicht vorhanden und heute weiß ja jeder, in welcher Art der Wagenverkehr durch die Straßenbahn nicht geregelt, sondern belästigt wird.

Das Streben geht jetzt dahin, die Straßenbahnwagen wieder von der Straße verschwinden zu lassen oder wenigstens ihre Zahl nach Möglichkeit zu vermindern. Ersteres sucht die Direktion der Straßenbahn durch Anlegen von Tunnels für die Straßenbahnwagen in einzelnen Straßenzügen zu erreichen, während der Magistrat oder zunächst Herr Stadtbaurat Krause durch Straßendurchbrüche eine Verzweigung und Verteilung des Verkehrs anstrebt. Die letzteren Entwürfe dürften schließlich allgemein Zustimmung finden, wenn auch vorläufig Proteste von Ladenbesitzern der angeblich benachteiligten Straßen dagegen vorliegen. Es dürfte Aufgabe aller beteiligten Behörden sein, diese Durchbruchentwürfe vorweg und in erster Linie zur Ausführung zu bringen.

Der von der Straßenbahngesellschaft verfolgte Gedanke einer Führung der Straßenbahnwagen unterhalb des Pflasters, also Freimachung der Straße ausschließlich für den anderen Verkehr, hat zunächst etwas sehr Bestechendes; es ist aber zu befürchten, daß dem Publikum derartige Bahnen bald recht unbehaglich werden dürften und daß daher Omnibuslinien und speziell Autobusse, welche oberhalb jener Tunnelstraßenbahnen laufen, sehr starken Zuspruch finden würden. Heute denkt man

bei diesen Tunnelprojekten unwillkürlich an den Tunnel der Untergrundbahn mit seinen schnellaufenden Wagen und übersieht dabei, daß Straßenbahnwagen in solchen Tunnels selbst bei entsprechend starken Motoren wegen der geringen Entfernung der Haltestellen nicht annähernd so schnell fahren können, was auch schon von anderer Seite hervorgehoben worden ist.

Im Straßenbahnwagen, welcher auf der Straße läuft, wird das Publikum über die geringere Geschwindigkeit durch den Ausblick auf die Straße, durch Betrachtung des auf den Fußwegen verkehrenden Publikums und den Anblick der Schaufenster hinweggetäuscht; in dem dunklen Tunnel würde die langsame Fahrt und das häufige Anhalten viel unangenehmer empfunden werden, und das Auf- und Absteigen auf den Treppen wird dann besonders lästig, wenn dadurch nicht der Vorteil einer wesentlich beschleunigten Fahrgeschwindigkeit erkauft wird. Schließlich gehen die Ladenbesitzer solcher Straße sehr fehl, wenn sie glauben, daß ihnen durch die Beförderung des Publikums in solchen Tunnels weniger Abbruch geschieht als bei Ableitung einiger Straßenbahnlinien in benachbarte Straßen. — Bei Betrachtung dieser Tunnelprojekte für Straßenbahnbetrieb kann die Empfindung nicht unterdrückt werden, daß dieselben weniger ihrer selbst willen als zu dem Zwecke einer Konzessionsverlängerung aufgestellt worden sind. Fliekwerk würde dies aber in jedem Falle werden, denn der Verkehr und seine Belästigung durch die Straßenbahn ist in vielen anderen Straßen Berlins (Gertraudtenstraße, Königstraße, Landsbergerstraße, Rosenthalerstraße, Invalidenstraße) besonders in Ansehung ihrer geringeren Breite ebenso groß wie in der Leipzigerstraße, man müßte also an die Untertunnelung noch vieler anderer Straßen herantreten.

Nach meiner Ansicht muß das Streben vorzugsweise darauf gerichtet werden, die Zahl der in der Stadt verkehrenden Straßenbahnwagen ganz allgemein herabzumindern, was in wirklich durchgreifender Weise nur durch weitgehenden Ausbau unterirdischer Schnellbahnen erzielt werden kann. Leider ist Berlin hierin gegenüber anderen Großstädten bedenklich ins Hintertreffen geraten; der Grund hierfür muß mehr in den unglücklichen Instanzenverhältnissen gesehen werden, als in einer vielfach behaupteten Schwerfälligkeit der Stadtverwaltung. Letztere ist wohl nicht mit Unrecht mißvergnügt und arbeitsunlustig geworden bei dem vielfachen Dreinreden der verschiedenen Aufsichtsbehörden, bei welchem neben sachlichen Erwägungen auch vielfach der Gedanke mitsprechen dürfte, wie man wohl ganz oben darüber denkt und ob man dort oben vielleicht anstoßen könnte. Vielfach fehlt in letzterer Beziehung wohl nur der Mut, die betreffende Frage an höchster Stelle unbefangen zum Vortrage zu bringen, und der Verfasser erinnert sich eines interessanten bezüglichen Vorganges aus früherer Zeit. Es handelte sich um die Durchführung der Schiffahrt durch die Innenstadt von den Dammühlen bis zum Schlosse Monbijou. Der Umbau der historischen Kurfürstenbrücke wurde dabei notwendig und in einer Sitzung des Binnenschiffahrtvereins, welcher der spätere Kaiser Friedrich als Kronprinz beiwohnte, wurde in einem nach der Sitzung geführten Gespräche schüchtern auf die Schwierigkeiten hingewiesen, welche der Schiffahrt durch die zu niedrige Durchfahrt der Kurfürstenbrücke erwüchsen. Dabei wurde das verhängnisvolle Wort »Umbau« ängstlich vermieden. Mit größter Unbefangenheit äußerte sich der Kronprinz darauf dahin, daß unsere Ingenieure und Architekten einen entsprechenden »Umbau« der Brücke schon fertig bringen würden, natürlich müßten sie den Großen Kurfürsten stehen lassen oder wieder an gleicher Stelle zur Aufstellung bringen. Damit war das erlösende Wort gesprochen, und die Sache hatte dann nach entsprechenden Anträgen an zuständiger Stelle raschen Fortgang. Daß die Stadtverwaltung bei der Verfolgung der jetzt schwebenden Projekte etwas mißmutig ist, kann man ihr wahrlich nicht verargen; ist es doch eine eigenartige Lage, daß eine so große Gemeindeverwaltung wie das kleinste Gemeinwesen über die Regelung ihres Verkehrs nicht selbständig bestimmen kann, nach dem Goetheschen Worte »so erben sich Gesetz und Recht wie eine Krankheit von Geschlechtern zu Geschlecht etc.« Berlin ist in dieser Beziehung immer noch das Fischerdorf oder die kleine Residenz der Markgrafen von Brandenburg geblieben.

Hinsichtlich der Entwicklung unterirdischer Schnellbahnen ist zurzeit das im beigefügten Plane (Fig. 289) in starken Linien Gezeichnete, teils vorhanden, teils geplant. Der Abstand der einzelnen Linien ist für gewisse Stadtteile viel zu groß, so groß, daß die anderen Verkehrsmittel und insbesondere die Straßenbahn dadurch eine wesentliche Einschränkung kaum erfahren würden, zumal wenn man an die allgemeine stetige Steigerung allen Verkehrs in der weiteren Zukunft denkt.

Insbesondere ist danach der dichtbevölkerte Südwesten, also das Gebiet Wilmersdorf viel zu kärglich bedacht, und es dürfte dringend notwendig sein, ihn nach Art der punktierten Linie an die inneren Stadtteile Berlins auf dem kürzesten Wege anzuschließen, während die Linie nach außen etwa bis zum Ringbahnhof Halensee zu führen wäre, um Anschluß an die Ring- und Stadtbahn zu gewinnen und der Kolonie Grunewald als Zubringer zu dienen, letztere ist jetzt in recht kläglicher Art auf eine Straßenbahnlinie angewiesen, um beispielsweise das Potsdamertor und die Leipzigerstraße zu erreichen.

Die Gemeinde Wilmersdorf soll eine ähnliche Linie in Vorschlag gebracht haben, welche auf dem Nollendorfplatze oder Wittenbergplatze an die bestehende Hochbahn angeschlossen werden sollte. Dies wäre nicht sehr zweckmäßig, da die Hochbahn ohnehin für sich selbst genug belastet ist, ein solcher Seitenanschluß also eine ernste Stockung des Verkehrs herbeiführen würde.

Die neue als Untergrundbahn gedachte Schnellbahn würde vom Victoria-Luisenplatze und der Motzstraße kommend am Nollendorfplatz die Hochbahn neben der Stationshalle westlich von derselben umfahren, womit technische Schwierigkeiten nicht verbunden sind.

Der Landwehrkanal würde in der Verlängerung der Genthinerstraße in einer Kurve unterfahren, was bei vorübergehender zweifellos zulässiger Sperrung dieser Wasserstraße an jener Stelle und Anwendung von Fangdämmen in offener Baugrube geschehen kann.

Der stumpfe Winkel zwischen der Königin-Augustastraße und der Potsdamerstraße erleichtert die Einführung der Linie in letztere Straße, und auf dem Leipzigerplatze würde die jetzige Untergrundbahn in gleicher Art unterfahren, wie dies bei dem Entwurfe der Straßenbahn-Gesellschaft gedacht ist.

Die Linie würde sich dann unter der Leipzigerstraße hinziehen und auf dem Spittelmarkte Anschluß an die im Baue befindliche Untergrundbahn gewinnen. In jenem verkehrsreichsten Stadtteile kann die Verteilung des Verkehrs auf zwei in geringem Abstand laufende Linien in der Zukunft nur von Nutzen sein.

Sofern man die neue Linie auf dem Spittelmarkte nicht endigen lassen will, wird es sich empfehlen, sie bis zur Inselstrasse neben der anderen Bahn (also dort viergleisig) laufen zu lassen und dann durch die Köpenickerstraße weiter zu führen um etwa in angedeuteter Art Anschluß an den Fernbahnhof der Görlitzer Bahn zu gewinnen. Sollte die Anlage von vier Gleisen in der Wallstraße untunlich sein, dann kann die hier vorgeschla-

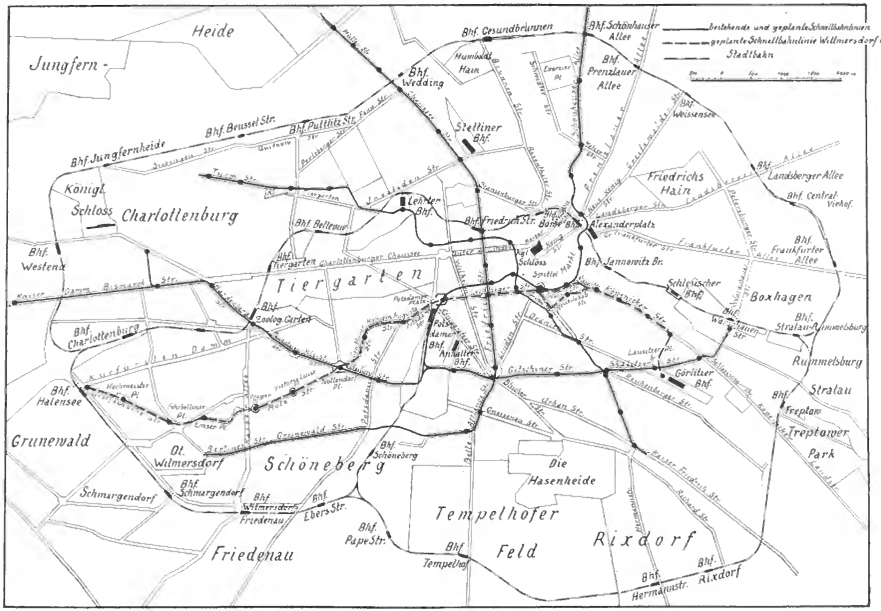


Fig. 289. Lageplan der bestehenden und der projektierten Berliner elektrischen Schnellbahnen.

gene Linie vom Spittelmarkte durch die Seydelstraße und die Neue Jacobstraße zur Köpenickerstraße geführt werden.

Auf bequemen Übergang von der einen zur anderen Untergrund- bezw. Hochbahn auf dem Nollendorfplatz, auf dem Leipzigerplatz, auf dem Spittelmarkte und Lausitzerplatze wäre bei der Bearbeitung des Entwurfs im einzelnen besonders zu achten.

Die in der Zeichnung angedeuteten Stationen dürften dem Interesse des Verkehrs entsprechen.

Bei Station Ecke Friedrich- und Leipzigerstraße würde der Übergang auf die geplante Nordsüdbahn, bei der Station Dönhoffplatz der Übergang auf die Linie nach Rixdorf bezw. Moabit und bei den Stationen Leipzigerplatz bezw. Spittelmarkt der Übergang auf die bestehende bezw. im Bau befindliche Hoch- und Untergrundbahn möglich werden.

Die Ausführung der hier vorgeschlagenen Bahn würde den betreffenden Stadtteilen im Südwesten und Westen Berlins viel mehr Nutzen bringen, als der bisher geplante Anschluß jener Stadtteile an die Nord-Südlinie und der Ausbau dieses letzteren Anschlusses einer späteren Zukunft überlassen bleiben könnte.

Es kann nicht Aufgabe des Verfassers sein, zu erwägen, wer diese Bahn bauen soll; dies mag dem Interesse der Beteiligten überlassen bleiben, aber darüber dürfte wohl kein Zweifel aufkommen, daß der Verkehr auf dieser Linie ein alle Erwartungen übersteigend reger sein würde und daß dadurch in erster Linie dazu beigetragen werden würde, den zahlreichen jetzt aus jenen westlichen Stadtteilen nach der Innenstadt laufenden Straßenbahnen den Verkehr abzusaugen, derart, daß so manche Linie ganz eingehen oder doch in der Zahl der Wagen eingeschränkt werden könnte. Auf dem fast durchweg asphaltierten Straßen würde ein flotter Omnibusbetrieb, welcher an die hauptsächlichsten Stationen des Schnellbahnnetzes anschließt, sich als Zubringer des Verkehrs zu den Schnellbahnen entwickeln.

In erster Linie bleibt wohl die Stadt Berlin (ev. in Gemeinschaft mit den betreffenden Vororten) berufen, eine solche Schnellbahn zur Durchführung zu bringen, wenn sie auch wirklich, nach einem neuerlich erlassenen Schiedsspruche, für eine Reihe von Jahren an die Straßenbahngesellschaft eine Entschädigung zu zahlen hätte; dieser Schiedsspruch dürfte auch noch nicht das letzte Wort enthalten, welches allgemein in der Frage der Entschädigungspflicht gegenüber der Straßenbahn bei Anlage von Schnellbahnen über oder unter der Straße gesprochen wird. Sollte aber die Stadt dem Ausbaue einer solchen Schnellbahnlinie nicht nähertreten wollen, dann könnte vielleicht die Aktiengesellschaft der Straßenbahn im Hinblicke auf den Ablauf ihres Betriebes auf den Straßen im Jahre 1919 einen Ersatz in der Anlage und im Betriebe einer oder mehrerer derartiger Schnellbahnen über oder unter den Straßen finden, unter gleichzeitiger Weiterentwicklung des von ihr begonnenen Autobusbetriebes auf den Straßen.

Besprechung des neuen Entwurfes einer Polizeiverordnung, betreffend Einrichtung, Betrieb und Überwachung elektrischer Starkstromanlagen.

Von K. Wilkens, Berlin.

Der in Nr. 8 des Ministerialblattes d. Handels- u. Gewerbeverw. vom 9. April 1908 zum Abdruck gelangte Entwurf der Polizeiverordnung ist seitens des preußischen Handelsministeriums den beteiligten Kreisen mit der Maßgabe bekannt gegeben, nochmals Stellung zu der Verordnung zu nehmen. Es ist somit begründete Aussicht vorhanden, daß die wiederholt und eindringlichst, wenn auch leider bisher erfolglos geäußerten Wünsche der Industrie doch noch in letzter Stunde Berücksichtigung finden, sofern die Vertreter von Industrie und Wissenschaft sich auf bestimmte Forderungen einigen und dieselben mit Geschick und Nachdruck vertreten.

Damit diese Aufgabe in befriedigender Weise gelöst wird, erscheint mir eine möglichst vielseitige und eingehende Besprechung des Für und Wider der Polizeiverordnung nicht nur in den technischen Kommissionen und Verbänden, sondern in der breitesten Öffentlichkeit dringend geboten. Außerordentlich erstrebenswert wäre es, wenn nicht nur die in Preußen ansässigen Fachgenossen sich auf bestimmte Vorschriften, möglichst unter Aufstellung eines eigenen Gegenentwurfes, einigen würden, sondern wenn die gesamte deutsche Industrie sich an der Lösung der Aufgabe beteiligte, da einmal die Elektrotechnik in alle Industriezweige Eingang gefunden hat und somit die gesamte Industrie interessiert ist, und es andererseits die ausgesprochene Absicht der preußischen Regierung ist, ihre Polizeiverordnung auch den anderen Bundesstaaten zur Annahme zu empfehlen.

1. Allgemeines.

Vergegenwärtigen wir uns zunächst einmal, worin denn die überwiegende Gefährlichkeit bei der Anwendung der elektrischen Energieform gegenüber irgendeiner anderen Energieform bestehen soll, durch die eine Polizeiaufsicht geboten erscheint?

Von gegnerischer Seite wird vorwiegend die große Brandgefahr bei mangelhafter Ausführung der Installation hervorgehoben, sowie die erhebliche Lebensgefahr bei Berührung hochspannungführender Teile und bei Berührung von Niederspannung führenden Teilen, sofern durch besondere Umstände der Widerstand des menschlichen Körpers herabgemindert ist.

Wägen wir jedoch diese Gefahren gegen diejenigen bei anderen Energieformen ab, so muß ein jeder unbefangene Sachverständige zugeben, daß die Befürchtungen durch die bisher vorgekommenen Unfälle keine Begründung gefunden haben, denn die durch die Elektrizität herbeigeführten Brände und gesundheitlichen Schädigungen sind weder der Zahl, noch der Größe nach erheblicher, als bei Verwendung anderer Energieformen. Auch die Beherrschung der elektrischen Energie gestaltet sich nicht schwieriger als die anderer Energieformen.

Jeder einseitige polizeiliche Eingriff in das Gebiet der Elektrotechnik stellt somit eine große Ungerechtigkeit gegen diesen Zweig der Technik dar. Unser aller Bestreben muß daher darauf gerichtet sein, zum mindesten den Wirkungsbereich der Verordnung auf das unumgänglich notwendige Maß zu beschränken, falls ein gänzliches Verzichtleisten auf eine polizeiliche Einmischung nicht mehr erreichbar sein sollte.

Außerdem sollten wir trachten, die Ausübung der verlangten Überwachung selbst in die Hand zu nehmen, wie ja auch die Verbandsvorschriften ausschließlich durch die Initiative der elektrotechnischen Industrie ohne jeden behördlichen Zwang entstanden sind. Dadurch, daß alle Elektrotechniker von dem Bestreben beseelt sind, die ihnen unterstellten Betriebe auf der Höhe zu erhalten, kann ein wirklicher Erfolg für die deutsche Industrie erwartet werden, jeder aufgedrungene polizeiliche Zwang aber an einer Stelle, wo Selbsthilfe das geeignete Mittel ist, muß Erbitterung erzeugen und großen Schaden anrichten, wird außerdem nie die Früchte tragen können,

die ein der freien Entschließung entsprungenes, selbstauferlegtes Gesetz zeitigt.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker und mit ihm wohl sämtliche Vertreter der Elektrotechnik nehmen den Standpunkt ein, daß nach den Verbandsvorschriften hergestellte Starkstromanlagen allen Anforderungen, die man billigerweise an elektrische Betriebe stellen darf, entsprechen. Hieraus resultierte der derzeitige Wunsch, allen Anlagenbesitzern behördlicherseits die Verpflichtung aufzuerlegen, die Anlagen den Vorschriften entsprechend herzustellen und zu unterhalten.

Generell will zwar auch der Entwurf der Polizeiverordnung dasselbe Ziel anstreben, aber leider in einer Weise, die weit über das notwendige Maß von behördlicher Einmischung hinausgeht. In der vorgelegten Form ist die Polizeiverordnung für die Industrie unannehmbar. Hätte man seinerzeit vorausgesehen, daß einmal die Verbandsvorschriften, wie schon jetzt geschieht, von allen gewissenhaften Installationsfirmen strenge Beachtung finden, und daß anderseits es der Regierung, wie die Erfahrung lehrt, nicht möglich ist, die gewünschte behördliche Aufsicht in einer der Bedeutung und dem Ansehen der elektrotechnischen Industrie angemessenen Form vorzuschlagen, so hätten wohl selbst die ängstlichsten Gemüter seinerzeit den Kuf nach der Polizei unterlassen.

Wir wollen nun selbst versuchen, Bestimmungen für die gewünschte Überwachung elektrischer Starkstromanlagen zu entwerfen, die den beabsichtigten Zweck erfüllen ohne die Betroffenen zu verletzen oder zu schädigen. Es unterliegt zunächst doch keinem Zweifel, daß es für das Endergebnis vollständig gleichgültig sein muß, wer die Überwachung und Prüfung ausübt, maßgebend allein ist es, wie dieselbe ausgeführt wird. Weshalb soll ein Zivilingenieur oder ein in Privatdiensten stehender Ingenieur die Prüfung und Überwachung von Starkstromanlagen nicht ebensogut ausführen können, wie ein den gleichen Bildungsgang aufweisender Ingenieur eines Dampfkessel-Revisionsvereins? und weshalb sollten die ersteren in bezug auf Gewissenhaftigkeit in der Ausübung ihrer Aufgabe den letzteren nachstehen?

Eine Begründung läßt sich hierfür jedenfalls nicht finden. Ein im Betriebe der Starkstromanlage beschäftigter Ingenieur ist sogar dank seiner genaueren Kenntnis aller Verhältnisse und Eigenheiten des Betriebes und dank des in jedem gewissenhaften Menschen steckenden Ehrgeizes, das ihm Anvertraute bestens zu fördern, in ganz hervorragender Weise zur Vornahme solcher Prüfungen geeignet, und es würde eine Mißachtung aller Privatbeamten sein, wollte man ihnen die Qualifikation absprechen.

Wird die Überwachung jedoch vom Dampfkessel-Überwachungsverein ausgeübt, dessen Hauptaufgabe auf einem ganz anderen Gebiete liegt, so müssen diese Vereine zunächst sich Ingenieure mit elektrotechnischen Kenntnissen für die neue Aufgabe engagieren.

Diese Beamten sind aber von dem Oberingenieur des Dampfkessel-Überwachungsvereins gar nicht kontrollierbar, weil dem letzteren die nötigen Spezialkenntnisse und Erfahrungen mangeln, ein Zustand, der zu den schwerwiegendsten Bedenken Anlaß gibt.

Unter Berücksichtigung aller dieser Gesichtspunkte ist der nachfolgende Gegenentwurf einer Polizeiverordnung aufgestellt, wobei ich mich von dem Bestreben habe leiten lassen, den Regierungsentwurf im übrigen möglichst unverändert zu lassen. Die Wichtigkeit der ganzen Materie läßt es dringend wünschenswert erscheinen, daß von möglichst vielen Seiten das Wort zu der Frage genommen wird und an allen Bestimmungen schärfste Kritik geübt wird.

2. Besprechung der neuen Entwürfe der Polizeiverordnung.

Zu den einzelnen Paragraphen des Regierungsentwurfes selbst übergehend, habe ich im Hinblick darauf, daß es durch eine naehträgliche Prüfung ohne teilweise Zerstörung der Anlage nicht möglich ist, festzustellen, ob die Verbandsvorschriften erfüllt sind, die schriftliche Bestätigung seitens eines Sachverständigen oder der ausführenden Firma vorgesehen. Der Sachverständige hätte naturgemäß, um befähigt zu sein, die Bestätigung abzugeben, die Installationsarbeiten während der Ausführung zu überwachen.

In § 2 sind die überwachungspflichtigen Betriebe aufgezählt. Diese Liste ist nur dann unbedenklich, wenn die generelle Selbstüberwachung zugestanden wird; die polizeiliche Fürsorge darf sich nur auf diejenigen Anlagen erstrecken, bei denen ein öffentliches Interesse vorliegt, wie bei Warenhäusern, Theatern etc. Von den als überwachungsbedürftig gekennzeichneten Betrieben darf auch nur derjenige Teil der amtlichen Kontrolle unterworfen werden, für den diese Voraussetzungen zutreffen. Das Vorhandensein eines solchen gefährlichen Teiles darf nicht Anlaß geben, die ganze Anlage unter polizeiliche Kontrolle zu bringen.

Der § 3 darf nur den Zweck haben, den zuständigen Sachverständigen zu verständigen, damit derselbe die erforderlichen Schritte unternimmt, später das im § 1, II geforderte Zeugnis auszustellen.

Der § 4 fällt ganz fort, weil er durch das Zeugnis überflüssig wird. In § 5 des Regierungsentwurfes fehlt die Hervorhebung, daß der Unternehmer die Vornahme der Prüfungen nach seiner Auswahl vergeben kann. Durch die regelmäßigen Prüfungen kann nur festgestellt werden, ob eine Anlage sich in fehlerfreiem Zustande befindet oder nicht, was einzufügen ist.

Der § 7 hat eine wesentliche Erweiterung dadurch erfahren, daß es jedem Anlagenbesitzer frei gestellt ist, welchem Sachverständigen er die Überwachung seiner Anlage übertragen will. Dieser Paragraph wird durch die am Schlusse meines Gegenentwurfes angefügten Grundsätze ergänzt.

Der § 9 bedarf einer durchgreifenden Einschränkung; die Forderung der Regierung kann höchstens für Anlagen, bei denen ein öffentliches Interesse vorliegt, als zulässig anerkannt werden.

Der § 10 ist gänzlich zu streichen, da er lediglich für eine Unfallstatistik dient, die nicht durch eine Polizeivorschrift aufgezwungen werden darf.

Sollten die im Gegenentwurf enthaltenen Forderungen, von denen die wichtigste das Recht auf generelle Selbstüberwachung ist, nicht allgemein Anklang und Aussicht auf Annahme finden, so möchte ich folgende Einschränkungen des Regierungsentwurfes als unbedingt erforderlich in Vorschlag bringen:

1. Die Polizeiverordnung ist auf diejenigen elektrischen Anlagen zu beschränken, bei welchen ein öffentliches Interesse vorliegt, also auf die in § 2 B. unter a und b aufgeführten Anlagen.

2. Hochspannungsanlagen, wie alle gewerblichen Betriebe, sind der ausschließlichen Aufsicht der Gewerbeinspektion zu überlassen.

3. Den verbleibenden überwachungspflichtigen, selbständigen Anlagen ist in erster Linie das Selbstüberwachungsrecht zuzugestehen; überwachungspflichtige Anschlußanlagen an Elektrizitätswerke sind durch die Verwaltung des betreffenden Elektrizitätswerkes zu überwachen.

4. Von der Einreichung irgendwelchen Planmaterials sowie von jeder Anzeigepflicht ist gänzlich abzusehen.

5. Die behördliche Prüfung der Anlagen hat lediglich an Ort und Stelle zu erfolgen und beschränkt sich aus-

schließlich auf eine Inaugenscheinnahme der Teile der Anlage. Die Vornahme von Isolationsmessungen gehört nicht zur Tätigkeit der amtlichen Überwachungsbeamten.

6. Das Wärterpersonal darf der amtlichen Prüfung nicht unterworfen werden.

Auf vorstehenden Grundsätzen ist der nachstehende Gegenentwurf aufgebaut.

3. Gegenentwurf zu der Polizeiverordnung, betreffend Einrichtung, Betrieb und Überwachung elektrischer Starkstromanlagen.

§ 1. Einrichtung und Betrieb von Starkstromanlagen.

I. Die Unternehmer von Starkstromanlagen sind verpflichtet, die Anlagen den Rücksichten auf Leben, Gesundheit und Feuersicherheit entsprechend einzurichten, zu unterhalten und zu betreiben und dabei die jeweilig vom Minister für Handel und Gewerbe anerkannten und veröffentlichten Vorschriften für die Errichtung elektrischer Starkstromanlagen zu beachten. Die Unternehmer oder die an ihrer Stelle zur Leitung des Betriebes bestellten Vertreter haben dafür zu sorgen, daß die vorgeschriebenen Sicherheitsvorrichtungen bestimmungsgemäß erhalten und benutzt werden.

II. Die Unternehmer von Starkstromanlagen haben sich spätestens bei der endgültigen Inbetriebsetzung neuer oder wesentlich erweiterter Anlagen von einem behördlich anerkannten Sachverständigen (§ 6) oder von der ausführenden Firma auf den schematischen Darstellungen bescheinigen zu lassen, daß die Starkstromanlage den Bestimmungen des § 1 I gemäß ausgeführt worden ist. Diese Bescheinigung ist bei überwachungspflichtigen Anlagen (§ 2) einem Revisionsbuche vorzuheften oder mit ihm zusammen aufzubewahren. Das Revisionsbuch ist von dem Unternehmer der Anlage auf seine Kosten zu beschaffen. Es ist am Betriebsorte zur Einsichtnahme der Behörden und der zuständigen Sachverständigen jederzeit während des Betriebes bereit zu halten.

III. Ausgenommen von dem Geltungsbereiche der Polizeiverordnung sind elektrische Starkstromanlagen, die der staatlichen Aufsicht nach dem Gesetz über die Eisenbahnunternehmungen vom 3. November 1838 (Ges.-Samml. S. 505) oder nach dem Gesetz über Kleinbahnen und Privatanschlußbahnen vom 28. Juli 1892 (Ges.-Samml. S. 225) unterliegen.

§ 2. Überwachungspflichtige Starkstromanlagen.

I. Der Überwachung unterliegen folgende Starkstromanlagen:

A) Solche Teile von Starkstromanlagen, in welchen hochgespannte Ströme erzeugt, fortgeleitet, aufgespeichert, umgeformt oder verwendet werden (Hochspannungsanlagen), mit Ausnahme derjenigen in Prüffeldern und solcher für Unterrichtszwecke und in Privatwohnungen benutzten Hochspannungsanlagen.

B) Starkstromanlagen, in welchen niedrig gespannte Ströme benutzt werden (Niederspannungsanlagen), in folgendem Umfange:

a) Bergwerke, unter Tage betriebene Brüche und Gruben, Aufbereitungsanstalten und Salinen, soweit sie nicht der Aufsicht der Bergbehörden unterstehen;

b) Warenhäuser, Theater, öffentliche Versammlungsräume, Ausstellungsräume, Heilanstalten;

c) solche Teile gewerblicher[1]) und landwirtschaftlicher Betriebe, in welchen:

1. die Gefahr der Entzündung von Staub,
leicht brennbaren Gasen,
leicht brennbaren Flüssigkeiten,
leicht brennbaren Gegenständen,
explosionsgefährlichen Stoffen
vorliegt;
2. elektrisch leitende Flüssigkeiten oder Feuchtigkeit in dem Maße auftreten, daß dadurch die dauernde Erhaltung normaler Isolation erschwert oder der Widerstand des menschlichen Körpers in gefährlicher Weise herabgesetzt werden kann, sofern ihre Spannung 65 Volt übersteigt, nach Maßgabe des anliegenden Verzeichnisses.

II. Treffen nach der Entscheidung der Gewerbeinspektion die vorstehend unter Ziffer 1 und 2 bezeichneten Voraussetzungen für die Überwachungspflicht nur für einzelne Abteilungen des Betriebes zu, so unterliegen nur diese in dem von der Gewerbeinspektion abgegrenzten Umfange der Überwachung.

III. Als Niederspannungsanlagen im Sinne dieser Polizeiverordnung gelten solche Starkstromanlagen, bei welchen die effektive Gebrauchsspannung zwischen irgendeiner Leitung und Erde 250 Volt nicht übersteigen kann. Alle übrigen Starkstromanlagen gelten als Hochspannungsanlagen. Bei Akkumulatoren ist die Entladespannung maßgebend.

[1]) nach Entscheidung der Gewerbeinspektion.

§ 3. Anzeige von der Errichtung oder Veränderung überwachungspflichtiger Starkstromanlagen.

Die Unternehmer der nach § 2 dieser Polizeiverordnung überwachungspflichtigen Starkstromanlagen sind verpflichtet, dem zuständigen Sachverständigen (§ 6) von der Errichtung oder von wesentlichen Erweiterungen der Anlage Anzeige zu erstatten, sobald mit der Ausführung begonnen wird.

§ 4. Regelmäßige Prüfung überwachungspflichtiger elektrischer Starkstromanlagen.

I. Die nach § 2 dieser Polizeiverordnung überwachungspflichtigen Starkstromanlagen sind regelmäßigen Prüfungen in zweijährigen Fristen zu unterziehen. Für die Ausführung der Prüfung ist der Unternehmer verantwortlich.

II. Die Frist der Prüfung läuft vom Tage der ersten Prüfung an. Sie ist ohne Rücksicht auf die außerordentlichen Untersuchungen (§ 5) einzuhalten. Überschreitungen der Prüfungsfrist um mehr als 8 Wochen sind nur mit Genehmigung des Regierungspräsidenten zulässig. Der Lauf der Frist für die regelmäßigen Prüfungen wird durch solche Überschreitungen nicht berührt. Die Zeitdauer kürzerer Außerbetriebsetzung elektrischer Anlagen wird auf die Frist nicht angerechnet. Anlagen, die ein Jahr oder länger nicht benutzt worden sind, erfordern nach ihrer Inbetriebsetzung eine erneute Prüfung.

III. Bei den regelmäßigen Prüfungen ist festzustellen, ob die Anlage sich in fehlerfreiem Zustande befindet. Wahrgenommene Abänderungen der Anlage sind in den schematischen Darstellungen von dem Unternehmer nachzutragen. Das Ergebnis jeder Untersuchung ist von dem Sachverständigen in das dazu bestimmte Revisionsbuch (§ 1, II.) einzutragen.

IV. Bei den Prüfungen vorgefundene Mängel sind von dem Unternehmer innerhalb einer von dem Sachverständigen festzusetzenden angemessenen Frist zu beseitigen.

V. Ergibt sich bei der Untersuchung ein Zustand, der unmittelbare Gefahren einschließt, so ist dieser sofort zu beseitigen.

Im Weigerungsfalle hat der Sachverständige bei seiner vorgesetzten Dienstbehörde (§ 6, II) die Untersagung der Fortsetzung des Betriebes des gefährlichen Teils der Anlage bis zur Beseitigung der Gefahr zu beantragen.

§ 5. Verlängerung der Prüfungsfrist und außerordentliche Prüfung überwachungspflichtiger Starkstromanlagen.

I. Ergibt sich bei den Prüfungen, daß der Zustand einer Anlage infolge örtlicher Beschaffenheit der Betriebsstätte oder guter Unterhaltung dauernd befriedigend ist, so kann der Sachverständige mit Zustimmung des Regierungspräsidenten die Frist für die regelmäßigen Prüfungen (unter Wegfall der Gebühren für den Überwachungsverein) verlängern. Über Anträge der Unternehmer auf Verlängerung der Prüfungsfristen oder Anträge der Sachverständigen auf Zurückziehung der gewährten Verlängerung der Frist entscheidet der Regierungspräsident. Gegen den Bescheid ist die Beschwerde im Dienstaufsichtswege zulässig.

II. Werden bei der Untersuchung einer Anlage durch den Sachverständigen oder einen zur Beaufsichtigung des Betriebes berufenen Beamten Einrichtungen oder Betriebsverhältnisse festgestellt, durch welche die Sicherheit erheblich gefährdet wird, so können auf Anordnung des Regierungspräsidenten außerordentliche Untersuchungen oder regelmäßige kürzere Untersuchungsfristen festgelegt werden.

§ 6. Sachverständige.

I. Die auf Grund dieser Polizeiverordnung anzuführenden Prüfungen erfolgen durch behördlich anerkannte Sachverständige und zwar:

1. in den Betrieben der Staatsverwaltung und des Reichs durch die von den vorgesetzten Behörden berufenen Sachverständigen;
2. für Mitglieder von Überwachungsvereinen elektrischer Anlagen, deren Sachverständige von der zuständigen Behörde anerkannt worden sind, durch diese;
3. bei einzelnen Besitzern elektrischer Starkstromanlagen, die keinem Überwachungsverein angehören, entweder durch Ingenieure des Werkes, die auf Antrag der Besitzer von der zuständigen Behörde anerkannt worden sind oder einen vom Unternehmer beauftragten behördlich allgemein anerkannten Sachverständigen,
4. bei zwangsweiser Überwachung durch hierzu ermächtigte Ingenieure der Überwachungsvereine im staatlichen Auftrage.

II. Die Anerkennung und Ermächtigung der vorstehend unter Ziff. 2 bis 4 verzeichneten Sachverständigen sowie die Abgrenzung der Zuständigkeitsgebiete der Überwachungsvereine erfolgt durch den Minister für Handel und Gewerbe. Im übrigen sind die unter Ziff. 2 bis 4 bezeichneten Sachverständigen dem Regierungspräsidenten unterstellt, der ihnen gegenüber die Rechte der Aufsichtsbehörde wahrnimmt.

§ 7. Kosten der Prüfung der Starkstromanlagen.

I. Die Besitzer der nach § 2 dieser Polizeiverordnung überwachungspflichtigen Starkstromanlagen sind verpflichtet, die Anlagen

zu den Prüfungen bereit zu stellen, für die nötigen Arbeitskräfte und Vorrichtungen zu sorgen und die Kosten der Prüfungen zu tragen.

II. Werden die Kosten der Überwachung elektrischer Anlagen von den Überwachungsvereinen nach Tarifen berechnet, so unterliegen diese der Genehmigung des Ministers für Handel und Gewerbe. Die genehmigten Tarife werden amtlich bekannt gegeben.

Die Überwachungsvereine sind verpflichtet, die Überwachung solcher elektrischer Anlagen, welche der Überwachung nach dieser Polizeiverordnung nicht unterliegen, oder deren Prüfung im staatlichen Auftrage erfolgt, (§ 6, I, 4) zu denselben Gebühren wie für ihre Mitglieder zu übernehmen.

III. Die Beitreibung der Kosten der Prüfungen der von den Überwachungsvereinen im staatlichen Auftrag untersuchten Anlagen kann im Verwaltungszwangsverfahren erfolgen.

§ 8. Bedienung der Starkstromanlagen.

Zur Bedienung der unter den § 2 I B. b. dieser Polizeiverordnung fallenden Starkstromanlagen, die einer regelmäßigen Wartung bedürfen, müssen zuverlässige Personen über 18 Jahre angestellt werden. Diese müssen mit der Wartung der Anlage, sowie mit der Einrichtung und Handhabung der Sicherheitsvorrichtungen gehörig vertraut sein und letztere bestimmungsgemäß benutzen.

§ 9. Aushänge.

In jeder überwachungspflichtigen elektrischen Starkstromanlage sind an geeigneter Stelle Verhaltungsvorschriften für die mit den elektrischen Einrichtungen in Berührung kommenden Personen und ein deutlich lesbarer Abdruck der Anleitung für die Wiederbelebung von Personen, die durch den elektrischen Strom getroffen sind, auszuhängen; auch muß in Betrieben mit mehreren Arbeitern möglichst eine nicht mit der Bedienung der elektrischen Anlage betraute Person mit den in der Anleitung aufgeführten Maßnahmen vertraut sein.

§ 10. Ausnahmen.

Ausnahmen von den Bestimmungen dieser Polizeiverordnung kann der Regierungspräsident, (im Landespolizeibezirk Berlin der Polizeipräsident), von den im § 1 Abs. I genannten Vorschriften für elektrische Anlagen der Minister für Handel und Gewerbe gewähren.

§ 11. Übertretungen.

Übertretungen dieser Polizeiverordnung seitens der Besitzer elektrischer Starkstromanlagen oder ihrer mit der Leitung des Betriebs beauftragten Stellvertreter oder der mit der Wartung beauftragten Arbeiter werden, sofern nicht nach den Strafgesetzen eine höhere Strafe eintritt, mit Geldbuße bis zum Betrage von M. 60.— oder im Unvermögensfalle mit entsprechender Haft bestraft.

§ 12. Übergangsbestimmungen.

I. Die erste Prüfung (Abnahme) bestehender, überwachungspflichtiger Anlagen hat innerhalb eines Jahres nach dem Inkrafttreten dieser Polizeiverordnung zu erfolgen. Anlagen, die z. Zt. des Inkrafttretens dieser Polizeiverordnung bereits nachweislich der Überwachung durch einen behördlich anerkannten Überwachungsverein unterstellt sind, gelten als abgenommen.

II. Im übrigen ist die nach § 3 erforderliche Anzeige bei bestehenden Anlagen spätestens 3 Monate nach dem Inkrafttreten dieser Polizeiverordnung zu erstatten.

III. Abänderungen der bei Erlaß dieser Polizeiverordnung bestehenden überwachungspflichtigen Anlagen können, solange nicht eine wesentliche Erweiterung oder ein wesentlicher Umbau der elektrischen Anlage eintritt, bei ihrer Prüfung nur insoweit gefordert werden, als sie zur Beseitigung erheblicher Gefahren erforderlich oder ohne unverhältnismäßige Aufwendungen ausführbar erscheinen.

§ 13. Inkrafttreten der Verordnung.

Diese Polizeiverordnung tritt am — ———— in Kraft. Alle früheren polizeilichen Bestimmungen über Einrichtung, Betrieb und Überwachung elektrischer Starkstromanlagen werden von diesem Zeitpunkte ab aufgehoben.

Grundsätze

für die behördliche Anerkennung von Werks-Ingenieuren als Sachverständige.

Den Unternehmern elektrischer Starkstromanlagen kann vom Minister für Handel und Gewerbe auf deren Antrag die Befugnis erteilt werden, die in dieser Polizeiverordnung geforderte Prüfung und Überwachung ihrer elektrischen Anlagen Werks-Ingenieuren zu übertragen. Den letzteren ist zur Wahrnehmung ihrer Pflichten die erforderliche Selbständigkeit zu gewähren. Für das ihnen zugewiesene, begrenzte Gebiet haben diese Werks-Ingenieure dieselben Rechte und Pflichten wie alle anderen behördlich anerkannten Sachverständigen.

Die Anerkennung der Werks-Sachverständigen kann zurückgezogen werden, wenn durch Tatsachen erwiesen wird, daß der Sachverständige oder der Betriebs-Unternehmer die ihnen obliegenden Verpflichtungen nicht erfüllen.

Verzeichnis

der unter § 2 B Buchstabe c fallenden Betriebe.

Betriebe, in welchen die Gefahr von Staubentzündungen vorliegt:

Braunkohlen- und Steinkohlen-Brikettfabriken, Braunkohlen- und Steinkohlen-Mahlmühlen, Torfstreufabriken, Korkmühlen.

Betriebe, in welchen die Gefahr der Entzündung leicht brennbarer Gase vorliegt:

Gasbereitungsanlagen für brennbare Gase; offenes betriebene Anlagen, in denen Wasserstoff hergestellt oder komprimiert wird.

Betriebe, in welchen die Gefahr der Entzündung leicht brennbarer Flüssigkeiten vorliegt:

Fabriken zur Herstellung von Äther, Erdöldestillationen, Petroleumraffinerien, Benzinraffinerien, Benzinwäschereien, Fabriken, in welchen Äther, Benzin, Benzol, Rohnaphtha, Schwefelkohlenstoff zu Lösungs- oder Extraktionszwecken benutzt werden, Terpentinfabriken, Schwefelkohlenstoffabriken, Spiritusrektifizierien, Imprägnieranstalten, die mit feuergefährlichen Flüssigkeiten arbeiten, Lackfabriken, Firnissiedereien, Wachstuchfabriken, Teerdestillationen, Benzolfabriken. Fabriken ätherischer Öle, Asphaltfabriken für alle vorgenannten, leicht entzündlichen Flüssigkeiten und Lagerhäuser, soweit in ihnen ein Um- oder Abfüllen stattfindet und diese Arbeiten nicht mit flammensticken den Gasen unter Ausschluß von Luft vorgenommen werden.

Betriebe, in welchen die Gefahr der Entzündung leicht brennbarer Gegenstände vorliegt:

Fabriken zur Verarbeitung von pflanzlichen Spinnstoffen (Spinnereien, Seilereien, Flachsschwingereien, Hechelei en), Kunstwollefabriken, Watten fabriken, Haarverarbeitungsfabriken, Linoleumfabriken, Parafinfabriken, Kerzenfabriken, Ceresinfabriken, Wachsfabriken, Harzdestillationen, Kolophoniumschmelzereien, Schellack- und Siegellackfabriken, Pech- und Pechlackfabriken, Schwefelraffinerien, Zelluloid- und Zelluloidwarenfabriken, Strohhut- und Strohwarenfabriken, Holzwollefabriken, Holzbearbeitungsfabriken, soweit nicht bei der Bearbeitung durch mechanische Absaugung für Beseitigung der brennbaren Abfälle und des Staubes an der Entstehungsstelle gesorgt wird, Zündholz- und Zündwarenfabriken, Zündschnurfabriken, Schaltplattenfabriken für Grammophone, Lager für Heu, Stroh u. dgl. (auch Scheunen).

Betriebe, in welchen die Gefahr der Entzündung explosionsgefährlicher Stoffe vorliegt:

Alle Sprengstoffabriken, chemische Fabriken, die der Explosion unterworfene chemische Produkte, wie Pikrinsäure und Nitrokörper herstellen, Munitionsfabriken. Anlagen zur Herstellung von Feuerwerkskörpern, Lagerhäuser für Sprengstoffe, Munition und Feuerwerkskörper außerhalb der Fabrikationsstätten.

Betriebe, in welchen elektrisch leitende Flüssigkeiten oder Feuchtigkeit in dem Maße auftreten, daß dadurch der Widerstand des menschlichen Körpers in gefährlicher Weise herabgesetzt werden kann (feuchte und sog. aehmierige Betriebe):

Brauereien, Brennereien, Stärkefabriken, mechanisch betriebene Waschanstalten, Lichtbadeanstalten, Papierfabriken, Pappenfabriken, Zellulosefabriken, Pergamentpapierfabriken, Rauhereien, Walkereien, Bleichereien, Färbereien, Gerbereien, Superphosphat-Düngerfabriken, Alaunfabriken, Sodafabriken, Azotkalienfabriken, Essigfabriken, Salzsäurefabriken, Schwefelsäurefabriken, Salpetersäurefabriken, Kleesalzfabriken, Ultramarinfabriken, Karbolsäurefabriken, Teerfarbenfabriken, Zuckerraffinerien, Viehstallungen in landwirtschaftlichen Betrieben.

Elektrischer Antrieb für Eisenbahn-Mastsignale.

Von **L. Kohlfürst.**

Auf der Oesterr. Südbahn wird seit Februar 1904 ein elektrisch selbsttätiges Blocksignal, Bauart Österreicher, versucht, welches — soweit dasselbe, wie im vorliegenden Fall, für die Verwendung auf Vollbahnen bestimmt ist — im Grundsätzlichen nachstehende Anordnung besitzt: Das an jeder Blockstelle vorhandene, die Signalgebung steuernde und sichernde Blockwerk be-

steht aus einem Relais nebst einem Walzenumsehalter, der durch die Ankerklaue eines als Selbstunterbrecher arbeitenden Elektromagneten in Drehung versetzt werden kann und im allgemeinen bei jeder Viertel-drehung in der Stromlaufanordnung der Signalanlage andere Wege herstellt, welche Wandlungen sich jeweilig an der Außenseite des Blockwerkkastens durch Farbscheiben ersichtlich machen. Als standfeste Vorrichtungen, mit denen der Zugmannsehaft die Zeichen Halt und Frei gegeben werden, dienen gewöhnliche einarmige,

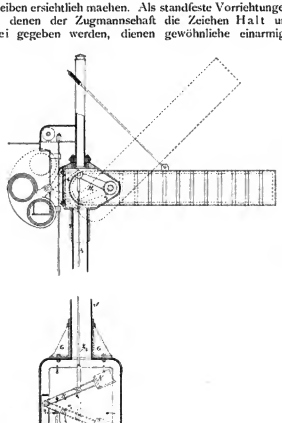


Fig. 290. Konstruktion des elektrisch betriebenen Eisenbahn-Signalstellwerkes.

allenfalls auch zwei- oder mehrarmige Mastsignale, welche während ihrer Ruhelage fortlaufend Halt zeigen und immer nur für den Einlaß jedes einzelnen Zuges erst in die Stellung für erlaubte Fahrt gebracht werden müssen. Dies geschieht auf den Blockstellen der offenen Streeke selbsttätig durch den Zug, auf Stationen oder vor Abzweigungen hingegen, wo die Erteilung der Fahrerlaubnis dem an Ort und Stelle mit der Fahrdienstleitung betrauten Beamten vorbehalten ist, durch die Handhabung eines besonderen Signalstellhebels. Die Rückstellung des Signals von Frei auf Halt wird indessen bei regelrechtem Betrieb immer nur durch den Zug selbst bewirkt, sobald er in den Blockabsehnitt einfährt, zu dessen Deckung das Signal zu dienen hat. Behufs Durchführung dieses Signalbetriebes sind in einzelnen Stationen Speicherbatterien aufgestellt, deren Pluspole zu einer der ganzen Blocklinie entlang laufenden gemeinsamen Speiseleitung anschließen, aus welcher an den verschiedenen Arbeitsstellen jeweilig die erforderlichen Ströme entnommen werden. Für alle Stromkreise dient Erde als Rückleitung.

Als vermittelndes Bindeglied zwischen der standfesten elektrischen Signalanlage und den fahrenden Zügen ist an jeder Blockstelle in angemessener Entfernung vom Mastsignal ein als Stromschließer angeordneter Streckenstromsehalter ins Fahrgleis eingebaut. Wird dieser Streckenstromschalter durch die Fahrzeuge des darüber wegrollenden Zuges betätigt, so tritt (*a*) der Bloekungs-

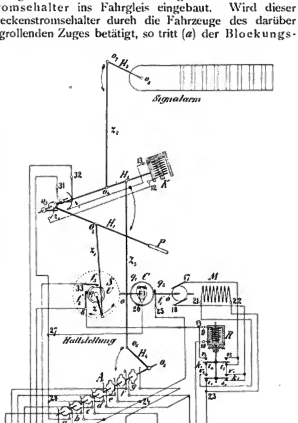


Fig. 291. Schematische Darstellung und Schaltungsschema des Signalstellwerkes.

strom in Wirksamkeit, wodurch der Walzenumschalter im zugehörigen Blockwerk in Umlauf versetzt und die Entsendung zweier weiterer Ströme veranlaßt wird. Es sind dies nämlich (*b*) der Entbloekungsstrom, welcher das nach vollzogener Durchfahrt des Blockabsehnittes an der rückliegenden Blockstelle gegenstandslos gewordene Fahrverbot auflöst und (*c*) der Vormelde- bzw. Freigabestrom, dessen Aufgabe darin besteht die unbehinderte Fahrt des Zuges durch Freistellung des Signals an der nächsten in der Fahrtrichtung liegenden Blockstelle vorzubereiten, vorausgesetzt, daß der zu diesem Signal gehörende Blockabsehnitt unbesetzt ist. Das Schließen und Unterbrechen der Stromkreise (*b*) und (*c*) besorgt also der Walzenumsehalter des Blockwerkes, welcher während seiner gewöhnlichen Ruhelage, die als Stellung I bezeichnet werden mag, keine Verbindung zur Speiseleitung herstellt, sondern lediglich den Anschluß

des Stromweges für den etwa aus der Nachbarblockstelle einlaufenden Vormeldestrom zum Signalstellwerk gewährleistet, sodaß ein solcher Strom (*c*) das Mastsignal auf Frei ziehen kann.

Kommt nach einer solchen Freigabe am Signal der vorgemeldete Zug an der Blockstelle vorüber, so bewirkt der befahrene Streckenstromschalter den Schluß des Blockungsstromkreises und hierdurch im Blockwerk die obenerwähnte Ingangsetzung des Walzenumschalters, wobei in demselben gleich zu Beginn der Umdrehung die bestandene Leitungsbrücke zum Signalstellwerk gelöst und mithin der Freigebestrom unterbrochen wird, weshalb der Signalflügel vermöge seines natürlichen Übergewichtes von selbst in die Lage für Halt zurückfällt. Auf diese Weise vollzieht sich also zunächst das Wichtigste, nämlich die Deckung des in den Blockabschnitt eingefahrenen Zuges gegen Folgezüge. Wenn sodann der sich weiterdrehende Walzenumschalter die erste Vierteldrehung vollzogen hat und die zweite beginnt, so entsendet derselbe den Strom (*b*) nach rückwärts; bei der dritten Vierteldrehung wird der Stromkreis für (*b*) wieder unterbrochen und dafür der Stromschluß (*c*) hergestellt, welcher bis auf weiteres aufrecht bleibt, weil der Walzenumschalter nach vollendetem dritten Viertel seinen Lauf vorläufig einstellt. Durch den abgesendeten Strom (*b*) wird der Walzenumschalter des Blockwerkes an der rückliegenden Nachbarblockstelle ähnlich wie durch den Blockungsstrom in Gang gesetzt, wodurch dieser Schalter aus der Dreiviertelstellung in die Vierviertelstellung gedreht wird, welch letztere eben nichts anderes ist als die regelrechte Ruhestellung des Walzenumschalters. Dieselbe Umänderung der Dreiviertelstellung vollzieht sich an dem zuerst ins Auge gefaßten Walzenumschalter, sobald der Zug, dessen Sicherung der erstere bewirkt hat, bei der vorausliegenden Blockstelle eintrifft und dort den Streckenstromschalter beim Überfahren in Tätigkeit setzt.

Diese Vorgänge wiederholen sich während der Fahrt jedes Zuges gleichmäßig an jeder Bahnstelle, wo zwei Blockabschnitte aneinanderstoßen und erfahren lediglich an den Anfangspunkten und an den Endpunkten der Blocklinien eine Änderung. Diese Abweichung wird zuvörderst aus dem Grund nötig, weil ja vom Anfangsblockwerk kein Entblockungsstrom (*b*) und vom Endblockwerk kein Vormeldestrom (*c*) mehr abzusenden ist. Deshalb muß denn auch an den Walzenumschalter dieser Blockwerke die zur Rückkehr in die Grundstellung erforderliche volle Umdrehung statt auf vier Viertel auf drei Drittel[1]) verteilt werden. Desgleichen kann die Walze auch um zwei Kontaktscheiben weniger erhalten als in den Blockwerken der Zwischenposten. Außerdem wird bei den Anfangs- und Endblocks sich immer noch eine weitere Abweichung im Blockwerkschalter dadurch ergeben, daß die Entsendung jenes Stromes, welcher das zugehörige Mastsignal in die Fahrstellung bringt, an den Anfangs- und Endstellen der Signalanlage niemals der Schalterwalze unmittelbar überantwortet sein wird. Die Erteilung der Fahrerlaubnis geschieht hier vielmehr durch den fahrdienstleitenden Beamten mittels des obenerwähnten besonderen Signalstellhebels, welcher natürlich seinerseits wieder von den örtlichen Weichenstellwerksanlagen in Abhängigkeit gebracht ist.

Nach diesem Vorbericht, welcher geboten erschien, um die in Rede stehende Signaleinrichtung im allgemeinen zu kennzeichnen und das Wichtigste bezüglich der Wechselwirkung zwischen der elektrischen Anordnung und den Zugdeckungssignalen kurz hervorzuheben, darf nun wohl zur näheren Betrachtung des den eigentlichen Gegenstand der vorliegenden Zeilen bildenden elektrisch angetriebenen Signalstellwerkes übergegangen werden. Diese Vorrichtung besteht in ihrem elektrischen Teil aus einem Relais *R*, Fig. 290 und 291, dem $^1/_6$ PS leistenden Gleichstrommotor *M* nebst einem Schleuderkontakt (Zentrifugalschalter) *C* und einem Ausschalter *U*, ferner aus dem Kuppelungselekromagneten *K* und einem Anschlüsswechsel, dem sog. Abhängigkeitsschalter *A*. Der mechanische Teil wird von dem durch die Motorwelle anzutreibenden Vorgelege mit dem Schneckenrad *S* und den namentlich in der schematischen Darstellung, Fig. 291, deutlich ersichtlich gemachten Krummzapfen, Speichen, Hebelarmen und Gelenkstangen gebildet, welche die Bewegung des Rades *S* einerseits auf den Flügel des Mastsignals sowie andererseits auf den Abhängigkeitsschalter *A* zu übertragen haben. Im großen und ganzen ist also die Anordnung des Signalstellwerks mit jener der meisten verwandten Vorrichtungen ziemlich ähnlich, namentlich was die Anwendung des Kuppelungselektromagneten anbelangt, was jedoch nicht ausschließt, daß einige Einzelheiten eigentümlich gelöst erscheinen.

Als besonders abweichend von den gewöhnlichen Anordnungen darf das Relais *R* gelten, welches das Anlassen des Motors und die elektrische Bremsung desselben zur Aufgabe hat. Der Topfelektromagnet des Relais ist am ringförmigen Pol gegen innen nach einer Kegelfläche abgedreht, auf welche der tellerförmige, auf einem Rotgußstiel hängende Anker paßt. Dieser Stiel bewegt sich in einer durch die Mittelachse des Elektromagnetkerns geführten Bohrung und trägt nebst der eisernen Ankerscheibe noch zwei 18 mm starke Kupferscheiben k_1 und k_2, Fig. 291, welche Strombrücken zu bilden haben, wenn sie bei abgefallenem Anker auf den von Klemmenbügeln getragenem Kohlenstiften i_1 und i_2 bzw. i_3 und i_4 aufruhen oder, wie bei angezogenem Anker, gegen die Kohlenstifte v_1 und v_2 bzw. v_3 und v_4 gedrückt sind. Jede der beiden Kupferscheiben wird durch zwei kurze entgegenwirkende Spiralfedern wagrecht gehalten und sitzt zu dem Ende auf dem Ankerstiel, von dem sie durch einen Stabilitring isoliert ist, nicht ganz fest, dergestalt, daß die richtige Berührung der Scheibe mit den beiden Kohlenstiften auch für den Fall gesichert erscheint als sich die letzteren, welche — nebenbei bemerkt — durch kräftige Stahlfedern in ihren Messinglagern festgeklemmt werden, am freien Ende ungleich abnützen würden.

Der Schleuderkontakt *C*, dessen Zweck es zuvörderst ist, während der Umstellung des Signals von Halt auf Frei in Wirksamkeit zu treten, um den bei diesem Vorgang im Abhängigkeitsschalter *A* vorsichgehenden Wechsel der Anschlüsse hinsichtlich des Motor- und Kuppelungsstromes unschädlich zu machen, besteht aus einer auf der verlängerten Motorwelle festgekeilten Rotgußhülse, welche als Nabe für die Kontakttrommel dient. Letztere ist aus zwei 20 mm von einander abstehenden Stabilitsscheiben gebildet, zwischen denen zwei voneinander durch einen zwischengelegten Stabilitring isolierte Rotgußreifen von 65 mm innerem Durchmesser eingesetzt sind. Diese Scheiben und Reifen werden durch zwei Schraubenbolzen zu einem gemeinsamen Ganzen zusammengeklemmt, und auf einem dieser Bolzen sind im Trommelinnern die Schleuderbacken g_1 und g_2, Fig. 291, gelagert, welche durch eine an ihrem Kopfende eingehängte stählerne Spiralfeder gegen einander gezogen werden. An den äußeren Mantelflächen der beiden Rot-

[1]) Bei den neueren Einrichtungen sind die Streckenblockwerke dahin vereinfacht worden, daß ihr Walzenumschalter ebenfalls bloß Drittelumdrehungen macht, derart, daß die erste Drehung um 120° die Freistellung des zugehörigen Signals, die zweite das Haltfallen des Signals, die Verriegelung dieser Signalflüge sowie die Vormeldung und die dritte endlich die Entriegelung des Blockwerkes bewirkt.

gußringen der Trommel schleifen zwei mit Anschlußklemmen versehene gewöhnliche Kontaktfedern, zwischen denen also während der Ruhelage keine leitende Verbindung besteht, wohl aber eine solche eintritt, sobald die Trommel in Umdrehung gelangt und dabei die Fliehkraft an den Backen g_1 und g_2 größer wird als die Kraft der Stahlspirale, so daß die beiden Backen sich an die Innenflächen der beiden Trommelreifen legen und dieselben leitend verbinden.

Durch den einfach aus einem mit einer Isolierfalle versehenen Kontaktring und zwei Schleiffedern f_2 und f_3 bestehenden Ausschalter U, welcher isoliert auf der Drehachse o_1 des Schneckenrades S sitzt, soll ebenfalls während des im Abhängigkeitsschalter A eintretenden Anschlußwechsels ein Nebenstromweg geschaffen werden; seine Hauptaufgabe liegt jedoch darin, den Motorstrom im richtigen Augenblick zu unterbrechen, d. i. nach jeder vollendeten Umdrehung von S. Deshalb liegt die eine Schleiffeder f_2 des Ausschalters während der in Fig. 290 dargestellten Haltlage des Signals entsprechenden Ruhelage in der Isolierfalle, sodaß ein Stromweg von f_2 zu f_3 erst eintritt kurz nachdem ein Antrieb des Schneckenradvorgeleges erfolgt ist und dieser Stromweg eben auch wieder aufhört, bis S nach einer vollen Umdrehung in die Ursprungslage zurückgelangt und f_3 wieder in die Isolierfalle einfällt.

Was den Kuppelungselektromagneten K anbelangt, so ist derselbe, ähnlich wie der vorhin geschilderte Relaiselektromagnet, als Topfelektromagnet angeordnet. Seine Höhe beträgt 140 mm und der größte Durchmesser des äußeren 14 mm starken, röhrenförmigen Schenkels 150 mm, wogegen der zylindrische Kern eine Stärke von 60 mm besitzt, sich aber am freien Ende zu einem kegelförmigen Polschuh verbreitert, der an seiner Kopffläche 73 mm Durchmesser besitzt. Die zwischen Außenschenkel und Kern befindliche Kupferdrahtwickelung wird durch einen zwischen den beiden Polschuhen eingeklemmten Holzring abgeschlossen und gesichert. Holzring und Polschuhe bilden eine einzige glatte Fläche, und daher hat auch der Anker P lediglich die Form einer flach abgedrehten Eisenscheibe. Der Stromweg zur Elektromagnetwickelung wird durch zwei bogenförmige Gleitkontakte r_1 und r_2, Fig. 291, vermittelt, von denen zwei auf Speichen der Achse o_3 angebrachte Rollen r_1 und r_2, welche die Winkelbewegungen des Hebels H_2 mitmachen, den Strom abnehmen und weiterführen.

An dem Abhängigkeitsschalter A, welcher einfach aus einer Reihe auf einer gemeinsamen Welle o_5, Fig. 291, festgesteckter, sich zwischen zwei Schleiffedern bewegenden Kontaktscheiben a, b, c, d, e, f, g besteht, sind, solange sich das Signal in richtiger Haltlage befindet, über a, b, c und d Stromwege hergestellt, an den Scheiben e, f und g hingegen Unterbrechungen vorhanden. Umgekehrt befinden sich, so lange das Signal auf Frei steht, die erstangeführten Scheiben in der Unterbrechungslage, während die letztgenannten Stromwege herstellen. Da das Ausrücken dieser Scheiben aus ihrer Kontaktlage fast augenblicklich eintritt, sobald die Schalterwelle o_5 aus ihrer richtigen jeweiligen Endlage gebracht wird, so ist also das Auftreten und Wirksamwerden von Strömen in jeder über den Schalter A geführten Leitung nicht nur von einer bestimmten Signallage, sondern auch noch davon abhängig gemacht, daß diese Signallage vollständig regelrecht besteht.

Wenn anläßlich der Abfertigung eines Zuges ein fahrdienstleitender Beamter mittels seines Signalstellhebels das Ausfahrsignal gibt oder wenn auf der Strecke der Zug einen Streckenstromschließer befährt, tritt bei der Anschlußklemme 1, Fig. 291, des bezüglichen Stellwerks ein Freigebestrom (e) ein, der einerseits über a, 8, 9, K, 10 und 11 sowie anderenseits über b, 28, 27, 31, r_1, 12, Wickelung des Kuppelungselektromagneten, 13, r_2, 32 und 11 seinen Weg zur Erde nimmt. Der zuerst angeführte Teilstrom betätigt das Relais, wodurch ein weiterer Zweigstrom über 14, v_1, obere Kupferscheibe des Relais, v_2, 17, 18, v_3, untere Kupferscheibe, v_2, 21, die Wickelung des Feldmagneten, 22, 23 und 11 gelangt. Der infolge dieses Stromes anlaufende Motor versetzt das Schneckenrad S in Umdrehung, und der auf der Radachse o_1 sitzende Krummzapfen z hebt sonach mittels der Gelenkstange z_1 den um o_8 drehbaren Arm H_1, welcher den Kuppelungselektromagnetanker P trägt, so weit hoch, daß der letztere dicht an den Elektromagneten K herankommt, wobei z seinen höchsten Punkt erreicht. Da K erregt ist, tritt zwischen K und P die magnetische Kuppelung ein, und wenn nun der Krummzapfen z während der zweiten Hälfte seines Weges sich nach abwärts bewegt, nimmt er auch den lose auf der Achse o_8 sitzenden Hebel H_2 und das Gestänge z_2, H_3 — sowie es in Fig. 291 gestrichelte Linien angedeutet erscheint — nach unten mit, wodurch der bisher wagrecht gelegene Signalarm schräg nach aufwärts gerichtet, d. h. das Signal Halt in Frei umgeändert wird. Bei diesem Vorgang, welcher samt und sonders eine Minute Zeit erfordert, erfolgt gleichzeitig durch den Hebel H_2 vermittelst der Gelenkstange z_3 und der auf o_8 sitzenden Speiche H_4 die Umstellung des Abhängigkeitsschalters A um 90°.

Zufolge dieser Änderung der Schalterlage werden die Stromwege über a und b unterbrochen, was jedoch die Wirksamkeit des Kuppelungselektromagneten nicht zu beeinträchtigen vermag, weil gleich nach Anlauf des Motors der Schleuderkontakt in C den Nebenstromweg von 1 über 24, 25, 26, 27, 31, r_1, 12, 13, r_2, 32 und 11 zur Erde herstellt, während ebenfalls fast unmittelbar nachdem der Motor seine Arbeit begonnen hat, die Feder f_2 im Ausschalter U die Kontaktlage gewinnt und von 1 über 30, 33, f_2, f_3, 8, 9 ins Relais und von 14 aus über die Arbeitskontakte v_4, v_5 und v_6, v_2 zum Motor einen neuen Stromweg vermittelt. Diese zuletzt betrachtete Stromführung wird allerdings wieder unterbrochen, knapp bevor das Rad S nebst dem Krummzapfen z die volle Umdrehung bewerkstelligt und das Signal die richtige Freilage bereits erreicht hat, weil dann f_2 wieder in die Isolierfalle des Ausschalters einfällt. Das in diesem Augenblick stromlos werdende Relais unterbricht durch den Abfall seines Ankers nicht nur den Motorstrom, sondern erzeugt über f_2, 17, 18, f_1, f_2, 23, 22, 21, f_1 einen Kurzschluß, welcher die Selbstbremsung des Motors bewirkt.

Trotzdem nunmehr nach dem Stillstand des Motors auch der vom Schleuderkontakt dargebotene Nebenweg für den Freigabestrom aufhört, bleibt doch das Signal in der Freilage festgehalten, weil der indessen gekippte Abhängigkeitsschalter A durch die Kontaktscheibe e für den Kuppelungsstrom wieder ein neuer Weg von 1 über 24, 28, 27, 31, r_1, 12, 13, r_2, 32 und 11 geöffnet hat. Daher verharrt das auf Frei gebrachte Signal so lange in dieser Signallage, bis der Freigabestrom durch einen äußeren Eingriff unterbrochen wird. Letzteres geschieht, sobald der Zug, welchem mit dem gezogenen Signal die Fahrt gestattet worden ist, den zum Signal gehörenden Streckenstromschalter überfährt, wobei der eingangserwähnte Blockungsstrom (a) vom Streckenstromschließer über die Kontaktscheibe g des Abhängigkeitsschalters A, dann ins zugehörige Blockwerk seinen Lauf nimmt, wo er die Drehung des Walzenschalters bewirkt, welch letzterer demzufolge die zur Klemme 1 des Stellwerks führende Verbindung wegschaltet. Der bislang vom Blockwerk der Nachbarblockstelle zugeführte Freigabestrom erleidet

sonach die besagte Unterbrechung; die magnetische Kuppelung zwischen K und P hört auf, und der Signalarm kehrt nebst dem Gestänge H_3, s_2, z_3 vermöge seines Eigengewichtes in die Ruhelage, d. i. in die Haltlage zurück, wobei gleichzeitig auch der Abhängigkeitschalter A in die dem Signal Halt entsprechende Grundstellung zurückgekippt wird. Beizufügen bleibt noch, daß undeutliche Halbstellungen des Signals, welche etwa durch ein plötzliches Versagen des Motors entstehen konnten, zufolge der Wirksamkeit des Schleuderkontaktes völlig ausgeschlossen erscheinen, da letzterer den Stromweg zur Kuppelungselektromagneten eben stets augenblicklich unterbricht, sobald die Umdrehungen der Motoranke aufhören oder sich wesentlich verlangsamen, weshalb denn in einem solchen Fall das Gestänge mit dem Signalarm sich immer selbsttätig in die ungefährliche Haltlage zurückbegeben wird.

Durch die vorhin in Betracht gezogene Betätigung des Streckenstromschalters durch den Zug kann, wie Fig. 291 ersehen läßt, eine Stromschließung (a) bzw. die Beeinflussung des Blockwerkes nur dann erfolgen, wenn das Signal sich in der richtigen Freilage befindet, da dieser Strom gezwungen ist, seinen Weg über die Kontaktscheibe g des Abhängigkeitsschalters A zu nehmen. Es hängt also die Möglichkeit eines Stromschlusses (b) zuvörderst davon ab, daß vorher der Blockungsstrom (a) seine Aufgabe regelrecht erfüllt hat. Hierdurch erscheint der wichtigen Bedingung entsprochen, daß die Aufhebung eines Fahrverbotes durch den eingangs erwähnten Entblockungsstrom (b) niemals erfolgen kann, wenn beispielsweise ein Zug das auf Halt stehende Signal überfahren hätte oder daß, nach regelrechter Rückstellung des Fahrsignals auf Halt die Entblockung nach rückwärts öfter als einmal erfolgen könnte, auch wenn etwa der betreffende Zug veranlaßt sein würde, aus diesem oder jenem außergewöhnlichen Grund seine Fahrt einzustellen, während sich eines seiner Fahrzeuge auf dem Streckenstromschalter befindet oder falls er gezwungen sein würde, über den letzteren zurückzusetzen oder ihn überhaupt mehrmals zu befahren.

Damit der Entblockungsstrom (b) zu Stande kommen kann, muß aber auch vorher das Signal die Haltlage wieder erreicht haben, denn sein Weg ist über die Kontaktscheibe c, Fig. 291, des Abhängigkeitschalters A geführt, welche eben nur während der Grundstellung den Stromübergang ermöglicht. Zwischen dem Auftreten des Blockungstromes (a), der an die Freilage des Signals gebunden ist und dem Wirksamwerden des Entblockungsstromes (b) muß sich mithin am Signal das Frei wieder in richtiges Halt umgewandelt haben, andernfalls — also auch wenn beim Rückgang des Signalarms etwa wegen eines in der mechanischen Anordnung entstandenen Fehlers, eine Halbstellung eingetreten sein würde — ist die Entblockung der rückliegenden Signalstelle ausgeschlossen. Auf diese Weise sind die wichtigsten Sicherungen, welche bei jeder einwandfreien Blocksignaleinrichtung vorgesehen sein müssen, dem Abhängigkeitschalter des Signalstellwerkes überantwortet. Die weiteren Kontaktscheiben d und f dieses Schalters haben nur mehr die Aufgabe, als gewöhnliche Stromschließer für Signalrückmelder zu dienen, für den Fall aber daß das zugehörige Signal mit einem Vorsignal verbunden und das elektrische Stellen des letzteren zu vermitteln hat, werden die Kontaktscheiben des Abhängigkeitschalters für diesen Zweck noch durch eine achte, auch nur als einfacher Stromschließer wirkende Kontaktscheibe zu vermehren sein.

Wenn das Mastsignal, wie es bei Ein- oder Ausfahrtsignalen vorkommt, zwei oder mehrere Arme besitzen soll, so bringt dies hinsichtlich der grundsätzlichen Anordnung des elektrischen Stellwerkes nur insofern eine Abweichung mit sich, als zu jedem Arm ein besonderes Gestänge nebst Kuppelungselektromagneten und desgleichen ein besonderer Schleuderkontakt sowie ein eigener Abhängigkeitschalter vorhanden sein muß. Relais, Motor und Motorausschalter sowie Schneckenradvorgelege sind nur einmal erforderlich u. zw. fast genau in derselben Anordnung, wie beim einarmigen Signal. Auch bleibt alles übrige bis auf geringe Anpassungen der Stromführungen und namentlich die Wirkungsweise der einzelnen Teile ungeändert. Soll nur mit einem Arm Frei gegeben werden, so verlauft der ganze diesfallige Vorgang genau wie früher; ist für ein abzweigendes Gleis mit zwei Armen Frei zu erteilen, dann muß dem Stellwerk außer dem Freigabestrom (c) für den ersten Arm noch auf besonderer Leitung ein zweiter solcher Strom zugeführt werden, der jedoch weder Relais noch Motor, sondern lediglich den Kuppelungselektromagneten des zweiten Armes zu erregen hat. In übereinstimmender Weise geschieht schließlich bei einem dreiarmigen Signal die Erteilung der Fahrerlaubnis durch die Wirksamkeit dreier gleichzeitiger Freigabeströme, von denen wieder nur der erste nebst dem Kuppelungselektromagneten des Hauptarmes das Relais erregt und den Motor speist. Der Krummzapfen des Schneckenrades, an welchem sämtliche Ankerhebel angelenkt sind, zieht die letzteren bei jedesmaligem Antrieb, genau wie beim einarmigen Signal, während der ersten halben Umdrehung nach aufwärts und bei der zweiten nach abwärts, nimmt aber am Rückweg immer nur so viele Armgestänge mit, als Kuppelungselektromagnete erregt sind.

Zum Betrieb der Signaleinrichtung werden von Blockstelle zu Blockstelle rücksichtlich jeder Fahrrichtung je eine durchlaufende Leitung für den Entblockungsstrom (b) und für den Vormeldestrom (c_1) somit einschließlich der Speiseleitung fünf Drähte erforderlich, welche sich zwischen jedem Signal und dem zugehörigen Streckenstromschalter, die an den Streckenblockstellen mindestens eine größte Zuglänge auseinander liegen, um eine Leitung für den Blockungsstrom (a') und an den Anfangs- und Endblockstellen in der Regel noch um vier Leitungen für die Signalrückmelder und endlich noch um eine Stelleitung für ein Vorsignal vermehren. Diese Stromführungen sind gemeinsam mit einer Fernsprechleitung, welche sozusagen eine ständige Ergänzung der Signalanlage bilden soll, zu einem Kabel vereinigt, im Bahnkörper verlegt. Auf eingleisigen Bahnlinien erfährt die Zahl der soeben besprochenen Leitungen übrigens noch einen weiteren Zuwachs durch eine durchlaufende Stromführung für den Betrieb jener Hilfsblockwerke, welche im gedachten Fall an den Abschlußblockstellen angebracht werden, um hier die gleich- oder vorzeitige Abfertigung von Gegenzügen unmöglich zu machen.

Die beiden Hauptschwierigkeiten, welche sich für die breitere Verwendbarkeit einer selbsttätigen Blocksignalanlage auf dampfbetriebenen Vollbahnen in der Regel geltend machen, liegen bekanntlich in dem vermittelnden, der schwersten Inanspruchnahme ausgesetzten Glied zwischen den fahrenden Zügen und der standfesten Signaleinrichtung sowie in einer dem Bahnverkehr nicht allzu beschwerlichfallenden wirtschaftlichen Strombeschaffung. In ersterer Beziehung war man denn auch seitens der Südbahnverwaltung zwei Jahre hindurch darauf bedacht, durch unausgesetzte sorgsame Beobachtungen genau festzustellen, ob und inwieweit der zur Anwendung bestimmte Streckenstromschalter betriebssicher und widerstandsfähig ist. So konnte im Verlaufe der Probezeit alles das den gewonnenen Erfahrungen angepaßt werden, was sich irgendwie als verbesserungsbe-

dürftig oder verbesserungsfähig erwiesen hat, sodaß diese wichtige Vorrichtung nach ihrer jetzigen Ausführung in den zunächst beteiligten Fachkreisen als durchaus zweckentsprechend gilt. Es besteht dieser Streckenstromschließer, welcher an der Innenseite eines der beiden Schienenstränge des Fahrgleises eingebaut wird, aus einer 6,8 m langen, aus 70/70 mm Winkeleisen hergestellten Wangenschiene, die an ihren beiden Enden für die Anfahrt knieförmig abgebogen ist, auf sechs Schienenstühlen ruht und von vier Schneckenfedern kräftig an die Fahrschiene gepreßt wird. An dieser Wangenschiene sind im Abstand von 4,5 m zwei in gußeisernen Gehäusen geborgene, hintereinander gesehaltete Schleifkontakte angebracht, welche beide gleichzeitig Stromschluß herstellen, wenn ein Eisenbahnfahrzeug mit den Spurkränzen mindestens zweier Räder die Wangenschiene von der Fahrschiene weggedrückt hat.

Was die Beschaffung des für den Signalbetrieb erforderlichen Gleichstromes von annähernd 100 Volt anbelangt, so werden hierzu in den Stationen Speiche aufgestellt, welche allmonatlich einmal nachzuladen sind. Bei ausgedehnteren Anlagen soll für diese Nachladung eine Benzinmotor-Draisine als fahrbare Ladestation in Benützung kommen, deren Motor in letzterer Verwendung eine Dynamomaschine antreibt, welche bei 1320 Umdrehungen i. d. Min. 27 Amp. b 150 Volt liefert.

Fig. 293. Ansicht des Polrades.

Kleine Nachrichten.

Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

Die Kraftübertragung El Corchado-Sevilla. (Nach »Communication concernant les essais du matérial electrique destiné à la Societa Hidroelectrica del Guadiaro, Sevilla«. Transport de force à 50000 Volts.) Im Jahre 1906 erhielt die Maschinenfabrik Oerlikon den Auftrag, eine Kraftübertragung über 128 km zu entwerfen. Es sollte die Stadt Sevilla mit elektrischer Arbeit von auswärts her versorgt werden. Das Wasserkraftwerk ist infolge der Entfernung von 128 km für die Erzeugung einer Fernleitungsspannung von 50000 Volt ausgerüstet. Die gewählte Stromart ist Drehstrom bei einer Kraftübertragung von 3900 KVA, entsprechend 4500 PS Turbinenleistung.

Die elektrische Ausrüstung wurde in den Werkstätten der Maschinenfabrik Oerlikon unter Zuziehung der Firma Escher & Wyß geprüft und genügte vollkommen allen Anforderungen. Im folgenden sollen die Ergebnisse dieser Prüfung angegeben werden.

Fig. 292. Ansicht des 1500 PS-Drehstromerzeugers von der Kuppelungsseite.

Untersucht wurden:

1. Drei Drehstromerzeuger mit umlaufendem Magnetrad und einer Leistung von 1300 KVA = 1500 PS an der Turbinenwelle bei einem Leistungsfaktor von $\cos \varphi = 0{,}78$. Die verkettete Spannung beträgt 5000 Volt und 40 Perioden pro Sek. bei einer Drehzahl von 400 pro Min. und die Erregerspannung 110 Volt. Fig. 292 gibt eine dieser Dynamomasehinen von der Kuppelungsseite aus gesehen wieder, während Fig. 293 das Magnetrad zeigt. Die Polschuhe werden schräg abgefräst, um eine möglichst sinusförmige Spannungskurve zu erhalten.

2. Zwei Nebensehlußerregermaschinen von 65 KW bei 110 Volt und 1000 Umdr. pro Min., die gleichfalls durch elastische Kuppelungen mit der Antriebsmasehine gekuppelt sind.

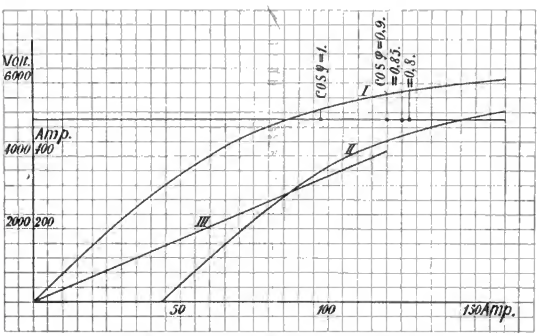
3. Sieben Wechselstromtransformatoren von 600 KVA bei 40 Perioden. Diese Transformatoren sollen zu je drei in zwei Gruppen an die Stromerzeuger angeschlossen werden, während der siebente als Reserve dient. Die normale Primärspannung beträgt 5000 Volt, die Sekundärspannung 30000 Volt. Die primäre Wicklung ist in Dreieck geschaltet, die sekundäre in Stern, so daß die verkettete Fernleitungsspannung $30000 \cdot \sqrt{3} = 52000$ Volt beträgt. Die Transformatoren stehen in Öl mit Wasserkühlung

4. Sieben Wechselstromtransformatoren von 600 KVA und 40 Perioden mit einer Primärspannung von 27 000 Volt und sekundär 3500 Volt. Die Schaltung und Bauart dieser Transformatoren ist genau dieselbe wie die der Primärseite der Fernleitung.

5. Vier Wechselstromtransformatoren von 200 KVA bei 40 Perioden. Sie stehen gleichfalls im wassergekühlten Ölbade und sind primär für 27 000 Volt, sekundär für 3400, 3500 und 3600 Volt Klemmenspannung gebaut. Diese Transformatoren sind für das Unterwerk Utrera bestimmt.

6. Ein Drehstromtransformator mit Ölbad und Wasserkühlung von 360 KVA Leistung, Primärspannung 27 300 Volt, Sekundärspannung 3400, 3500 und 3600 Volt.

Die so erhaltenen Charakteristiken sind in Fig. 294 wiedergegeben. Die Belastungskurve ist daselbst bei einem $\cos \varphi = 0$ eingetragen. Eine der Maschinen war übererregt, die andere untererregt und Spannung und Strom um ca. 90° verschoben. Daher arbeitete eine Maschine als Dynamo, die andere als Motor, und der Strom wurde mit Hilfe der beiden Erregungen auf 150 Amp. bei verschiedenen Spannungen eingestellt. Für jede Spannung ist aus drei Beobachtungen das Mittel genommen worden. In einem zweiten Versuch wurden die Maschinen gegeneinander vertauscht und dieselben Werte dabei erhalten. Bei Leerlauf und induktivem Stromkreis hat man die auf Kurve I eingetragenen Werte für $\cos \varphi = 1$, 0,9, 0,85 und 0,8 bestimmt. Der Spannungsabfall



I. Leerlaufkurve; II. Belastungskurve bei 150 Amp. Belastung; III. Kurzschlußkurve.

Fig. 294. Charakteristik des 1300 KVA-Drehstromerzeugers, 5000 Volt, 400 Umdr., 40 Perioden.

Dieser Transformator ist ebenfalls für das Unterwerk Utrera bestimmt.

I. Untersuchung der Generatoren. Die Charakteristiken der Maschinen wurden bei Leerlauf und Kurzschluß aufgenommen. Jeder Wert besteht aus zwei Ablesungen, aus denen ein Mittel gezogen ist. Die Drehzahl der Generatoren schwankte zwischen 395 und 405 Umdr. Daher sind die Werte für die Spannung auf die normale Drehzahl von 400 bezogen worden. In dem Erregerfeld wurde der Strom und die Spannung gemessen. Der Widerstand des Magnetrades stieg von 0,685 auf 0,719 Ω infolge der schwachen Erwärmung der Spulen. Die Messungen am Strom- und Spannungszeiger gaben die gegenseitigen Kontrollen.

Für die Aufstellung der Charakteristik bei Kurzschluß ist keine Reduktion der Drehzahl vorzunehmen: Die Impedanz ist fast gleich der Reaktanz des Stromerzeugers, und diese verändert sich im gleichen Verhältnis mit der Periodenzahl, so daß die aufgedrückte EMK und der Kurzschlußstrom als unabhängig von der Geschwindigkeit betrachtet werden kann. Von den drei Phasen waren zwei durch je einen Stromzeiger kurzgeschlossen. In der Erregung wurden dabei gleichzeitig Strom und Spannung gemessen.

bei Vollast in Prozenten der normalen Spannung von 5000 Volt ist bei

$\cos \varphi = 1$ . . .	5,6 %
$\cos \varphi = 0{,}9$ . . .	13,5 %
$\cos \varphi = 0{,}85$ . . .	14,8 %
$\cos \varphi = 0{,}8$ . . .	15,2 %
$\cos \varphi = 0$ . . .	19,2 %.

Der Antrieb der einen Maschine durch die andere geschah bei einem Leistungsfaktor der praktischerweise = 1 zu setzen ist, bei einem Minimum an Stromaufnahme, da die Erregung beider Maschinen ziemlich gleich eingestellt war. In diesem Fall ist die Phasenverschiebung beinahe = 0 und an den Leistungszeigern können direkt die Leerlaufsverluste, bestehend in Lager-, Bürsten- und Luftreibung, Hysteresis und Wirbelströmen, abgelesen werden. Die Drehzahl wurde möglichst nahe der normalen von 400 gehalten und schwankte nur zwischen $n = 392$ und 401 Umdr. pro Min. Die Korrektionskoeffizienten für die Spannung und die Verluste ergeben sich also zu

$$\left(\frac{400}{n}\right) \text{ resp. } \left(\frac{400}{n}\right)^2.$$

Der Minimalstrom schwankte zwischen 3,5 und 4,9 Amp. Die Verluste wurden zwischen 2500 und 6000 Volt gemessen. Die Leerlaufsverluste bei 5000 Volt 400 Amp. ergaben 35 KW (Fig. 295). Der mittlere Widerstand (kalt) pro Phase ist 0,14 Ω und bei einer Erwärmung um $40^0 = 1{,}16 \cdot 0{,}14\ \Omega$, entsprechend 11 KW Kupferverluste.

Das Magnetrad hatte kalt 0,685 Ω und warm 0,695 Ω. Die Erregerverluste sind in Fig. 295 graphisch aufgetragen.

Von besonderer Bedeutung für den Wirkungsgrad elektrischer Maschinen sind die sog. zusätzlichen Verluste bei Belastung. Die hauptsächlichsten Ursachen für diese Verluste sind:

Vermehrung des magnetischen Flusses und der entsprechenden Induktionen bei Belastung, um den inneren Spannungsabfall der Maschine aufzuheben.

Verluste in den Polschuhen und Zähnen durch Foucaultsche Ströme, die durch das wechselnde Streufeld des Ankers erzeugt werden.

Vergrößerung des effektiven Widerstandes des Ankers bei Wechselstrom.

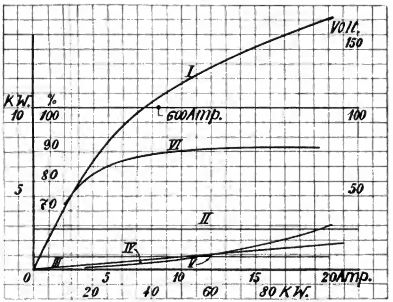
Die Größe dieser Verluste ist ein vorzügliches Kennzeichen für die Güte einer Maschine. Um sie zu bestimmen, hat man die dem Motor gelieferte Arbeit mittels zweier Leistungszeiger zwischen den Maschinen gemessen. In Fig. 295 sind die Werte enthalten. Die Gesamtverluste ergeben sich dann zu

Leerlauf (5000 Volt)	35 KW
Ankerverluste	11 »
	46 KW

Die direkt abgelesenen Verluste ergaben 53 KW.

Die reinen induktiven, von der Belastung abhängigen Verluste belaufen sich also auf bloß 15% der Leerlaufsverluste, hauptsächlich infolge des geringen Spannungsabfalls der Maschine. Der Wirkungsgrad (Fig. 295) ergab sich zu

	Vollast	Halbe Last
$\cos\varphi = 1$	95,9	93,1
$\cos\varphi = 0{,}85$	94,9	91,6.



I. Mechanische und magnetische Verluste bei 40 Perioden. II. Mechanische, magnetische und Ankerverluste bei 150 Amp.; Belastung $\cos\varphi = 0$. III. Leerlaufsverluste bei 5000 Volt Spannung. IV. Stromwärmeverluste im Anker. V. Erregerverluste bei $\cos\varphi = 1$. VI. Erregerverluste bei $\cos\varphi = 0{,}85$. VII. Wirkungsgrad bei $\cos\varphi = 1$. VIII. Wirkungsgrad bei $\cos\varphi = 0{,}85$.

Fig. 295. Wirkungsgrad und Verluste des 1300 KVA.-Drehstromgenerators.

Die Maschinen waren voll belastet, bis keine Temperaturzunahme mehr eintrat. Nach fünfstündiger Belastung mit 150 Amp. (5000 Volt) zeigte das

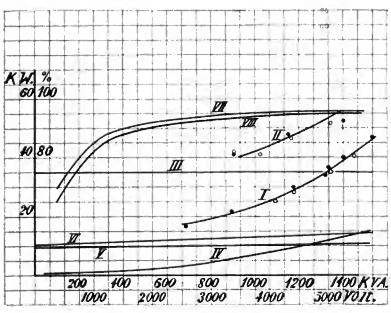
Ankereisen	30° C Temperaturerhöhung
Ankerkupfer	15° C »
Magnetkupfer	21° C »

Die Isolation wurde mit 10000 Volt geprüft.

II. Die Untersuchung der Erregermaschinen. Die charakteristischen Kurven der Maschine sind in Fig. 296 wiedergegeben. Auch hier wurden die Maschinen gegeneinander geschaltet. Die gefundenen Daten der 65 KW (110 Volt und 600 Amp.) leistenden Maschine sind folgende:

Die mechanischen und magnetischen Verluste betragen 2,8 KW bei $n = 1000$ und 7,2 Amp. Erregung. Die Kollektorverluste zeigen den gewöhnlichen Spannungsverlust von 2 Volt pro Bürste. Die Ankerverluste sind (Ankerwiderstand kalt $w = 0{,}0031\ \Omega$) berechnet. Die Erregerverluste ergeben sich aus der erzeugten Spannung von 110 Volt und dem Erregerstrom. Bei voller Last sind dann

Leerlaufsverluste	2,8 KW
Kollektorverluste	1,1 »
Ankerverluste	1,25 »
Erregerverluste (mit Widerstand)	0,9 »
	6,05 KW



I. Leerlaufcharakteristik bei 1000 Umdr. II. Leerlaufverluste bei 1000 Umdr. 7,2 Amp. Erregung. III. Verluste am Kommutator. IV. Verluste im Anker. VI. Erregerverluste bei 110 Volt. VII. Wirkungsgrad (inkl. Verluste im Regulierwiderstand).

Fig. 296. Wirkungsgrad und Verluste der Erregermaschine für 65 KW, 1000 Umdr., 110 Volt.

Die direkte Messung ergab 6,2 KW, also eine sehr gute Übereinstimmung. Bei fünfstündigem Betriebe zeigten sich folgende Temperaturerhöhungen:

Magnetrad	22° C
Anker	20° C.
Kollektor	50° C.

III. Die Untersuchung der Transformatoren. Die Verluste sind durch Leerlaufs- und Kurzschlußmessungen bei 40 Perioden bestimmt, und es ergaben sich folgende Leerlaufsversuche:

1. Transformatoren 600 KVA 5000/30000 Volt.

Jeder Versuch wurde bei einer Primärspannung von 2500—7500 (45000 Volt sek.) Volt 15 Min. lang durchgeführt. Für die verschiedenen Transformatoren ergab sich:

Verluste bei 5000 Volt 40 Perioden:	Leerlaufstrom:
8,4 KW	4,85 Amp.
7,95 »	5 »
8,1 »	5 »
8,2 »	5 »
8,35 »	4,9 »
Mittel 8,2 KW	Mittel 4,95 Amp.

2. Transformatoren 600 KVA 27000/3500 Volt. Prüfung zwischen 1800 und 4200 Volt sekundär.

Verluste bei 3500 Volt 40 Perioden:	Leerlauf:
7,9 KW	6,8 Amp.
7,53 »	6,85 »
8,15 »	8,5 » (?)
7,66 »	6,75 »
Mittel 7,8 KW	Mittel 7 Amp.

3. Transformator 27600/3500 Volt. Prüfung zwischen 1500 und 5400 Volt sekundär.

Verluste bei 3500 Volt 40 Perioden:	Leerlaufstrom:
3,22 KW	—
3,25 »	—
3,25 »	—
3,18 »	5,5 Amp.
Mittel 3,22 KW.	

4. Drehstromtransformator von 360 KW 27300/3500 Volt. Die Spannung wurde von 2500 auf 5000 Volt sekundär erhöht. Leerlaufsverluste 6,65 KW, Leerlaufstrom 3,8 Amp.

Kurzschlußversuche. Bei diesen Versuchen wurde die Niederspannungsspule kurzgeschlossen und der Transformator durch hochgespannten Strom gespeist. Abgelesen wurden die aufgenommene Arbeit, Spannung, Kurzschlußstrom und Periodenzahl, abhängig von den Umdrehungen des Generators.

1. Transformatoren von 600 KVA 5000/30000 Volt 120/20 Amp.

Verluste bei 20 Amp.:	Kurzschlußspannung, bezogen auf 40 Perioden:
5,82 KW	1530 Volt
6,12 »	1555 »
6,1 »	1550 »
6,08 »	1560 »
6,19 »	1570 »
Mittel 6,06 KW	Mittel 1548 Volt

Hochspannungswicklung 6,82 Ω entspr. 2,73 KW Verlust
Niederspannungswicklg. 0,209 Ω » 3,02 » »

2. Transformator von 600 KW 27000/3500 Volt 22,2/171,5 Amp.

Verluste bei 22,2 Amp.:	Kurzschlußspannung, bezogen auf 40 Perioden:
6,3 KW	1360 Volt
6,13 »	1380 »
6,3 »	1350 »
Mittel 6,25 KW	Mittel 1357 Volt

3. Transformator von 200 KVA 27600/3500 Volt 7,25/57 Amp.

Verluste bei 7,25 Amp.:	Kurzschlußspannung, bezogen auf 40 Perioden:
1875 Watt	1030 Volt
1900 »	1050 »
1900 »	1050 »
2010 »	1065 »
Mittel 1,92 KW	Mittel 1047 Volt

4. Drehstromtransformator von 360 KVA 27300 auf 3500 Volt pro Phase. Die Prüfung geschah bei Dreieckschaltung (4,4/34,3 Amp. Phasenstrom, 7,65/59,5 verketteten Strom). Die Kurzschlußverluste betragen 4,28 KW und die Kurzschlußspannung beträgt 1290 Volt, bezogen auf 40 Perioden.

Die Wirkungsgrade sind folgende:

			cos φ = 1		cos φ = 0,85	
			Vollast	½ Last	Vollast	½ Last
Transf.	600 KW	5000/30000 Volt	97,7	96,9	97,3	96,4
»	600 »	27000/3500 »	97,8	97	97,4	96,5
»	200 »	27600/3500 »	97,5	96,4	97	95,9
»	360 »	27300/3500 »	97	95,9	96,6	95,2

Die übrigen Angaben von Bedeutung finden sich in untenstehender Tabelle.

Aus den Geschäftsberichten.

Dem **Geschäftsbericht der Erfurter Elektrischen Straßenbahn zu Erfurt über das 14. Geschäftsjahr 1906—1907** entnehmen wir: Das Geschäftsjahr 1906—1907 war ein Jahr der allgemeinen wirtschaftlichen Hochflut. Solche Zeiten sind für die Straßenbahnen nicht immer die günstigsten, da sie gewöhnlich eine starke Steigerung der Arbeitslöhne und Materialpreise mit sich bringen, während die Straßenbahnen an ihren Tarif gebunden sind.

Transformator	Ohmscher Widerstand r in Ω	Induktionswiderstand x in Ω	Scheinbarer Widerstand $z = \sqrt{x^2 + r^2}$	Übersetzungsverhältnis φ	Spannungsabfall in % cos φ = 1	cos φ = 0,85
1. 600 KW 5000/30000 Volt	14,3	75,6	77,4	1 : 6	1,06	3,36
2. 600 » 27000/3500 »	12,7	59,6	61	7,72 : 1	1,15	3,35
3. 200 » 27600/3500 »	36,5	139	144	7,88 : 1	0,83	2,67
4. 360 » 27300/3500 »	73,6	283	293	7,8 : 1	1,25	3,3

Die Einnahmen an Fahrgeldern betragen M. 510680,58 und sind demnach um M. 21534,53 höher als im vorhergehenden Jahre. Die Ausgaben einschließlich der Abgabe an die Stadt mit M. 10213,61 belaufen sich auf M. 318367,69 und sind demnach um M. 14933,48 höher als im Vorjahre.

Das Verhältnis der Ausgaben zu den Einnahmen ist 62,34 % gegen früher 62 %.

Die Fahrleistung betrug 1961336 Wagen-km gegen 1945044 Wagen-km im Vorjahre und setzt sich zusammen aus 1919384 Motorwagen-km und 41952 Anhängewagen-km. Im vorigen Jahre wurden 1912537 km mit Motorwagen und 32507 km mit Anhängewagen zurückgelegt.

Der für obige Fahrleistung aufgewandte Stromverbrauch stellt sich auf 1251255 KW.St. gegen 1137720 KW.St. im vorigen Jahre.

Da wir in der Mitte zwischen zwei Kohlenrevieren liegen, so beziehen wir unser Brennmaterial je zur Hälfte aus Westfalen und Sachsen. Wir erreichen dabei, daß wir immer noch von einer Seite Kohlen erhalten, wenn die andere nicht liefern kann, was bei den heutigen unsicheren Arbeiterverhältnissen nicht ohne Bedeutung ist.

Die westfälische Kohle kostete pro 10 t ab Zeche M. 115, inkl. Fracht und Rollgeld M. 210,10. Die sächsische Kohle stellte sich auf M. 114,70 resp. 172,50. Der Preis der zur Verbrennung kommenden Kohlenmischung stellte sich demnach frei Lagerplatz auf M. 191,30 pro 10 t. Verbraucht wurden an Kohle obiger Mischung 2858350 kg gegen 2718700 kg im Jahre zuvor. Die vorher genannten Zahlen ergeben folgende Einheitssätze:

		im Vorjahre
Einnahme pro Wagen-km	26,04 Pfg.	25,14 Pfg.
Einnahme pro Zug-km	26,60 »	25,57 »
Ausgabe pro Zug-km	16,58 »	15,86 »
KW.St. pro Zug-km	0,65 KW.St.	0,59 KW.St.
kg Kohle pro Zug-km	1,48 kg	1,42 kg
KW.St. pro kg Kohle	0,438 KW.St.	0,418 KW.St.
kg Kohle pro KW.St.	2,28 kg	2,38 kg

Abgeschrieben resp. überwiesen wurden zu Lasten der Betriebsrechnung auf:

Werkzeug- und Utensilien-Konto	M. 4923,64
Dienstkleidungs-Konto	» 6716,74
Fuhrwerks-Konto	» 500,—
Kautions-Effekten-Konto (Kursverlust)	» 471,25
Amortisationsfonds-Konto ($^1/_{10}$ % des Kapitals)	» 7300,—
Reparatur- und Erneuerungsfonds-Konto	» 40000,—
Beamten- und Arbeiter-Unterstützungsfonds-Konto	» 2915,—
Summa	M. 63026,60

Unsere Rücklagefonds erreichen hiermit einschließlich der Dotierung des Reservefonds für das Berichtsjahr die Höhe von zusammen M. 474178,55 = cn. 31,6 % des Aktienkapitals.

Die in der Gewinn- und Verlustrechnung aufgeführten Betriebskosten umfassen:

Kohlen	mit M. 52819,86
Schmier- und Putzmaterial	» » 4399,02
Kraftstationsbetrieb	» » 13587,74
Wagenunterhaltung	8935,14
Wagenreinigung	» » 11900,42
Bahnreinigung	» » 12113,43
Feuerung und Beleuchtung	» » 2411,20
Fuhrwerksunterhaltung	» » 3283,46
Summa	M. 109450,27

Die Reparaturkosten verteilen sich auf:

Bahnbau	mit M. 17082,86
Kraftwerk	» » 3119,96
Oberleitung	» » 5535,49
Wagen	» » 31000,52
Gebäude	» » 3993,01
Summa	M. 60731,84

Die Gewinn- und Verlustrechnung ergibt einen Überschuß von M. 130422,21.

Der Überschuß wird wie folgt verteilt: 5 % davon, abzüglich des Vortrages aus dem Vorjahre im Betrage von M. 6940,71

für den gesetzlichen Reservefonds	M. 6174,08
4 % Dividende	» 60000,—
Tantième an den Aufsichtsrat	» 5730,74
Tantième an die Direktion	» 3150,—
3 % Superdividende	» 45000,—
Vortrag auf neue Rechnung	» 10367,39
Summa	M. 130422,21

Neue Bücher.

Elektromechanische Anwendungen. Von Siegfried Herzog. Leipzig 1907, Verlag von Johann Ambrosius Barth. Preis M. 20.—.

»Elektromechanische Anwendungen« in dem vom Verfasser vorliegender Arbeit aufgefaßten Umfange stellen Maschinen mannigfachster Art dar, die durch Verbindung von Elektromotoren mit Arbeitsmaschinen mittels Übertragungsmechanismen gebildet werden. Diese weite Fassung des Begriffes »Elektromechanische Anwendungen« machte eine Beschränkung bei der Auswahl der angeführten Beispiele nötig; Verfasser hat es sich zur Aufgabe gemacht, als Beispiele nur bewährte Ausführungen zu bringen. Der Inhalt des Buches ist kurz folgender:

Es werden zunächst in größerer Zahl Sonderkonstruktionen von Elektromotoren und Apparaten beschrieben, die beim Betrieb der verschiedenen später aufgestellten Arbeitsmaschinen zur Anwendung gelangen. An Hand einer großen Zahl von Beispielen werden alsdann die elektrisch betriebenen Werkzeugmaschinen, Pumpen, Kompressoren, Ventilatoren, Textilmaschinen, Papiermaschinen und Maschinen der landwirtschaftlichen Betriebe behandelt. Einen breiten Raum nehmen im Anschluß hieran die wichtigen Gebiete der elektrischen Gruben- und Hüttenbetriebe ein, in welchen Abschnitten nacheinander die Fördermaschinen, Grubenlokomotiven, Wasserhaltungen, Gesteinsbohrmaschinen, Walzenstraßen, Rollgänge usw. beschrieben werden. Verfasser geht darauf des Näheren auf einige weitere Arten von Arbeitsmaschinen ein, die hauptsächlich der Fortbewegung von Massen dienen, wie Winden, Spills, Schiebebühnen, Verladevorrichtungen, Industrielokomotiven, Schiffsbetriebe usw. Zum Schluß werden noch einige elektromechanische Anwendungen und dazugehörige Apparate behandelt, die in den vorhergehenden Abschnitten sich nicht unterbringen ließen, wie Brauereibetriebe, Zentrifugen usw.

Ein wesentliches Merkmal hat der Verfasser seinem Buche dadurch gegeben, daß er, soweit wie möglich, von den beschriebenen Beispielen neben bildnerischen Darstellungen Strichzeichnungen brachte und diese wohl fast durchgehend für das Buch besonders anfertigen ließ. Dadurch ist die konstruktive Ausbildung der einzelnen Maschinen in den meisten Fällen klar und deutlich beschrieben und dem ganzen Buche ein einheitliches Aussehen gegeben. Hierin sind jedoch auch die besten

Seiten des Buches zu erblicken, ihnen stehen Mängel gegenüber, die seine Brauchbarkeit nicht unwesentlich einschränken.

Die für die Beurteilung elektrisch angetriebener Maschinen so wichtigen Schaltungsschemata sind nur in wenigen Fällen der Beschreibung der Maschinen beigegeben. Weiter fehlt eine systematische Darstellung der verschiedenen Mittel, die Umdrehungszahl von Elektromotoren zu regeln, welche Mittel bei Beurteilung des gewählten Antriebes und des Stromsystems von grundlegender Bedeutung sind. Der Grundsatz, nur solche elektromechanische Anwendungen zu beschreiben, die bewährte Ausführungen darstellen, ist nicht genügend durchgeführt. Eine größere Zahl der gebrachten Beispiele betreffen Maschinen, die sich nicht bewährt haben oder nicht ausgeführt sind. Die Darstellung im einzelnen ist oft nicht genügend knapp und klar, Fehler sind an wichtigen Stellen unterlaufen.

Einige Einzelheiten mögen als Belege für das Gesagte dienen:

Bei Motoren zum Antrieb von vertikalen Abteufzentrifugalpumpen werden Kugellager als beste Lager zur Aufnahme der Gewichte der rotierenden Teile angegeben, während sich Kammlager mindestens ebensogut bewährt haben und insbesondere für die Pumpen wegen der Möglichkeit, daß die Richtung des Druckes wechselt, sich als wesentlich besser als die Kugellager gezeigt haben. Für Rollgangsmotoren wird eine federnde Aufhängung als zweckentsprechend empfohlen, die jedoch als unzuverlässig wieder verlassen ist. Unter Anlaßwiderständen wird der für die erste Ausführung der Fördermaschine der Zeche Zollern II in Verbindung mit der Akkumulatorenbatterie verwandte Batterieschalter eingehend beschrieben, der wegen seiner komplizierten und teueren Bauart niemals wieder ausgeführt und jedenfalls nicht vorbildlich ist. Bei der Beschreibung der Antriebe von Papiermaschinen fehlt die Erwähnung der hier sehr oft verwandten Leonardschaltung.

In dem Kapitel »Hauptschachtfördermaschinen« fehlt eine systematische Übersicht über die wichtigsten Systeme des elektrischen Antriebes und deren Betriebseigenschaften, wie unmittelbarer Antrieb durch Drehstrommotor, Antrieb durch Gleichstrommotor in Verbindung mit Ankerwiderstand, Leonardschaltung in Verbindung mit Schwungradumformer (Ilgner), dieselbe Schaltung ohne Schwungradumformer usw. Für Fördermaschinen, die durch Drehstrommotoren angetrieben werden, werden vieretagige Förderkörbe, die mit zwei Abzugsbühnen arbeiten, empfohlen. Dies so allgemein festzulegen, ist doch kaum möglich, jedenfalls werden durch die schweren Förderkörbe die zu bewegenden Massen wesentlich erhöht, was gerade für Antrieb durch Drehstrommotoren sehr nachteilig ist. Weiter wird empfohlen, die Förderanlagen so reichlich zu bemessen, daß die Förderung bei Vergrößerung der Teufe bedeutend gesteigert werden kann. Wenn dies getan würde, so würde die Förderanlage für die Jahre der Förderung ans geringerer Teufe viel zu teuer und viel zu unökonomisch ausfallen. Die Fördcranlagen für Schächte, bei denen eine Vergrößerung der Teufe in Frage kommt, sind so auszuführen, daß sie bei größerer Teufe für diese ausgebaut werden können, was beispielsweise beim Ilgnersystem sehr leicht möglich ist. Weiter wird angegeben, daß für größere Fördermaschinen stets zwei Motoren zu nehmen sind. Eine sehr große Zahl großer Fördermaschinen arbeitet aber vollkommen betriebssicher mit einem einzigen Motor. Das von der Maschinenfabrik Orlikon angegebene Fördermaschinensystem, wobei die Anlaßmaschine unmittelbar durch eine Dampfturbine angetrieben wird, wird als besonders vorteilhaft hingestellt, obgleich es noch gar nicht erprobt ist. Wenn sämtliche Gesichtspunkte beim Vergleich mit anderen Systemen berücksichtigt werden, ist es sehr zweifelhaft, ob hierbei die Anlagekosten geringer sind und die Wirtschaftlichkeit eine günstigere ist, insbesondere der Kohlenverbrauch geringer ausfällt.

Der Abschnitt »Elektrische Bewetterungen« ist sehr kurz ausgefallen, es fehlt eine genaue Übersicht über die verschiedenen Möglichkeiten, die Wettermenge zu verändern und die Unterschiede der verschiedenen Möglichkeiten hinsichtlich Wirtschaftlichkeit.

Die Abschnitte »Beschickungsmaschinen«, »Blockeinsetzmaschinen« usw. beschreiben eine verhältnismäßig sehr große Zahl von Ausführungen, bei denen jedoch das Bemerkenswerte fast lediglich im mechanischen Teil liegt. Da der Schwerpunkt der ganzen Arbeit doch auf den elektrischen Teil entfallen und vom mechanischen Teil nur das hervorgehoben werden sollte, was auf die Ausführung des elektrischen Teiles bestimmenden Einfluß hat, so hätten diese Abschnitte ohne Nachteil wesentlich kürzer gehalten werden können. Dasselbe gilt von den Abschnitten »Schiebebühnen«, Schwebebahnen«, »Gichtaufzüge« und »Verladevorrichtungen«.

Daß das Buch für den mit der Materie vertrauten Fachmann sehr viel Interessantes bietet, soll nicht geleugnet werden; beurteilt man es jedoch vom Standpunkte eines Ingenieurs, der sich erst mit der Materie vertraut machen will, so dürften die angegebenen Mängel nicht unerwähnt bleiben.

W. Philippi.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

3. Umwandlung der mechanischen Energie in elektrische.

The Heat Conductivity of Iron Stamping. (Elect. Enging., 23. Jan. 1908.) (Nach einem Vortrag von L. Barlow,

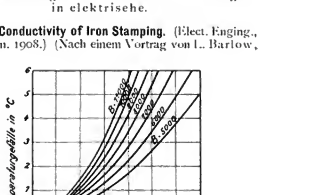


Fig. 297. Temperaturerniedrigung in der Längs- und Querrichtung von Eisenblechen bei verschiedenen Sättigungen und Weglängen.

Inst. of Elect. Eng.) Der Verfasser hat Untersuchungen über die Wärmeleitfähigkeit von Eisenblechen vorgenommen), um die günstige Verteilung der ausstrahlenden Oberfläche zu ermitteln; es wurde die Formel $C = \sqrt{\frac{K_a}{K_s}}$ zugrunde gelegt, und die Wärmeleitungskoeffizienten K_a und K_s in der Richtung der Blechscheibenoberfläche, bzw. senkrecht hierzu (K_s) experimentell ermittelt. Die Probebleche

waren 0.345 mm stark und mit 0,05 mm Papierisolation versehen; die Nuten derselben waren mit je 20 Windungen 2 mm Kupferdraht bewickelt; an die, zwischen Holzscheiben zusammengepreßten Blechpaketen wurden an äquidistanten Punkten die Silberdrähte von Thermosäulen angeschlossen und der Draht im Ölbad auf 90° C erhitzt und hierauf langsam abgekühlt. Die Änderung der Spannung und der Stromstärke wurde mittels Mikrospannungszeiger pro 1 °C Temperatursteigerung gemessen. Die Wärmeableitung war nur nach außen hin möglich. Der mittlere Wert K_m betrug 0,1405, von $K_1 = 0{,}00137$, C mittel, daher 10,1, d. h. für gleiche Abkühlung muß sich das Verhältnis der Seitenlängen in der Längs- und Querrichtung wie 10:1 verhalten. Die Wattverluste pro kg Eisenblech nehmen bei zunehmender Induktion zu und wurden für verschiedene Eisensättigung und Wegfänge des Wärmegefälles die Temperaturzunahme in der Längs- und Querrichtung der Bleche gemessen und sind in Fig. 297 wiedergegeben. Eine weitere Versuchsreihe betrifft den Einfluß natürlicher und künstlicher Kühlung auf die Temperatursteigerung in Abhängigkeit von den Wattverlusten pro qcm kühlender Oberfläche. Die berechneten, theoretischen Werte zeigen eine gute Übereinstimmung mit den experimentell ermittelten.

4. Fortleitung der elektrischen Energie.

Hochspannungsölschalter. (Schweiz. E. T. Z., 4. Jan. 1908, S. 1; 11. Jan. 1908, S. 14.)* Anforderungen an Hochspannungsschalter. Beschreibung der Ölschalter der Elektrizitätsgesellschaft Alioth. Mängel der Hochspannungsschaltungen für große Stromstärken. Automatische Maximalauslösung der Ölschalter mit direkter und indirekter Betätigung. Vorteile der indirekten Betätigung: Verwendung als Maximal-, Minimal- und Rückstromausschalter, Zeiteinstellung. Konstruktive Ausbildung der Schalter, Relais, und Stromtransformatoren für diese Zwecke.

5. Umformung und Aufspeicherung der elektrischen Energie.

Die Ausgleichsanlage der Eisenwerke Sandviken. Von Ingenieur O. Knöpfli. (Schweiz. E. T. Z., 7. Dez. 1907, S. 609. Fortsetzung folgt.) Prinzip der Ausgleichsanlagen in Wechselstromnetzen, bestehend aus Umformer und Batterie. Regulierung auf konstanten Strom der Generatoren vermittelst Stromrelais oder Scientransformator.

Die Ausgleichsanlage der Eisenwerke Sandviken reguliert auf konstante Leistung der Generatoren. Der Strom wird von einem 56 km entfernten Kraftwerk mit 18000 Volt Spannung und 50 Perioden geliefert und auf 520 Volt transformiert. Laut Vertrag darf der Fernleitung nicht mehr als 1570 KW entnommen werden. Betrieben werden über 100 Motoren, davon 8 Stück mit zusammen 2300 PS zum Walzwerkantrieb. Die Belastungsschwankungen betragen bis 600 KW. Zweck der Ausgleichsanlage: Ausgleich, Steigerung der Leistungsfähigkeit, Reserve, Erzeugung von Gleichstrom für Licht und Kranmotoren. Der Ausgleichmaschinensatz besteht aus einem 550 KVA-Synchronmotor, einer 500 KW-Gleichstrommaschine und einer 168 KW-Zusatzmaschine. Die Batterie besteht aus 228 Zellen und hat 1406 Amp.St. Kapazität. Erklärung des Schaltungsschemas.

Die Ausgleichsanlage der Eisenwerke Sandviken. Von Ingenieur O. Knöpfli. (Fortsetzung und Schluß. Schweiz. E. T. Z., 14. Dez. 1907, S. 621; 21. Dez. 1907, S. 633.)* Beschreibung des Regulators und der Sicherheitseinrichtungen. Einzelverluste und Gesamtwirkungsgrad. Diagramme. Schaltanlage. Arbeitsweise.

6. Wirtschaftliche Untersuchungen.

Cost of Power Production. J. V. Robinson, Wh. Sc., nach einem Vortrag in der »Institution of Engineers and Shipbuilders in Scotland«, am 21. Jan. 1908. Vergleich der Erzeugungskosten bei Ausnutzung von Wasserkräften gegenüber Verwendung von Großgasmaschinen.

Neueres Beispiel einer geplanten Wasserkraftanlage: Der Aveto im ligurischen Apennin soll in drei Kraftwerken ausgenutzt werden. Das erste wird bei 350 m nutzbarem Gefälle 28000 PS erzeugen, das zweite bei 190 m Gefälle 17500 PS und das dritte bei 170 m Gefälle 12000 PS. Anlagekosten der beiden ersten Kraftwerke:

Grunderwerb	M.	1630000
Wiederherstellung von Straßen und Gebäuden	»	810000
Ausgleichsbecken usw.	»	1220000
Staubecken und gesamte Wasserführung einschließlich Tunnel, Schleusen, Turbinenkammern usw.	»	3260000
Rohrleitungen	»	1220000
Baulichkeiten der Kraftwerke . . .	»	650000
Turbinen und Zubehör	»	410000
Elektrische Ausrüstung einschließlich Transformatoren zur Erhöhung der Spannung	»	1220000
Fernleitungen	»	1390000
Transformatoren zur Herabsetzung der Spannung und Niederspannungsverteilungsnetz.	»	1220000
Gesamtanlagekosten	M.	13030000

d. h. M. 286 für 1 PS oder, ohne Fernleitungen und ohne Niederspannungsnetz, für die Kraftwerke allein M. 229 für 1 PS.

Die Mexican Light and Power Co. plant den Bau einer zweiten Wasserkraftanlage, die 6 Einheiten von 8000 PS enthalten soll. Die erste Einheit wird M. 3190000 kosten, einschließlich der ganzen Baulichkeiten, jede weitere Einheit M. 1060000. Die gesamten Anlagekosten des Kraftwerks nach vollem Ausbau mit 48000 PS werden M. 8490000 betragen, d. h. etwa M. 177 für 1 PS.

Nach dem Bericht einer canadischen Studienkommission über die in Ontario verfügbaren Wasserkräfte stehen in den Cameronfällen etwa 16350 PS zur Verfügung. Die Anlagekosten des ganzen Kraftwerkes einschließlich Wasserbauten usw. sind geschätzt auf M. 3430000 oder M. 210 für 1 PS. Die Kosten der Kraftübertragung würden für 1 km betragen:

Leitungsanlage	M.	11800
Wegerecht u. dgl.	»	270
Projektbearbeitung, Montage, Bauleitung usw.	»	2430
d. h. insgesamt	M.	14500

für 1 km, oder für die ganze 120 km lange Strecke M. 1740000. Der Arbeitsverlust in dieser Leitung ist mit 11,6 v. H. angegeben.

Lage	Kosten einer PS im Jahr in M.	Kosten der KW St. in Pf.	Bemerkungen
1. Svaelgfos, Norwegen	8,41	0,13	ohne Fernleitungen. Unbekannt ob einschließlich oder ausschließlich Verzinsung, Abschreibungen usw.
2. Notodden, Norwegen	13,85	0,21	
3. Cameronfälle, Ontario	22,69	0,35	Erzeugungskosten. Verzinsung mit 4 %
4. Cameronfälle, Ontario	24,73	0,38	Erzeugungskosten, Verzinsung mit 5 %
5. Cameronfälle, Ontario	34,34	0,52	Erzeugungs- und Fernleitungskosten, Verzinsung mit 4 %
6. Cameronfälle, Ontario	38,00	0,58	Erzeugungs- und Fernleitungskosten, Verzinsung mit 5 %
7. Toronto, Kanada	58,90	0,90	Nach Angabe der Hydroelectric Power Commission
8. Horahorafälle, Neu-Seeland	61,20	0,94	Vorschlag der Waihi Sold Mining Co.
9. Montreal, Kanada	64,26	0,98	Durchschnittlicher Verkaufspreis der Shawinigan Water and Power Co. für 19000 PS auf Insel Montreal
10. Montreal, Kanada	80,07	1,23	Vertrag zwischen Firmen in Montreal mit der Shawinigan Water and Power Co. für 3250 PS
11. El Oro Gold Mines, Mexico	204	3,12	Verkaufspreis der Mexico Light and Power Co. in 122 km Entfernung vom Nevaca Kraftwerk

Nebenstehende Tabelle enthält die Kosten einer PS im Jahre bei verschiedenen wasserelektrischen Kraftanlagen. Der uns geläufigere Preis einer KW. St. ist hinzugesetzt und hierbei 24stündiger Betrieb zugrunde gelegt.

Anlagekosten eines Gasmaschinenkraftwerkes für 22500 PS (für Verbrauch von Hochofengas).

	Gesamte Kosten	Kosten in M. für 1 PS
9 doppeltwirkende Tandem-Gasmaschinen für je 2500 PS bei $n = 94$	2 290 000	101,70
9 Drehstromerzeuger für 5000 Volt und 50 Perioden bei 94 Umdr.	530 000	23,60
Gasreinigungsanlage	245 600	10,90
Schaltanlage und Erregerumformer	204 000	9,10
Maschinenhaus, 144 × 24 qm mit 20 t Kran	479 000	21,80
Fundamente für Maschinen und Gebäude, etwa 10700 cbm	280 000	12,70
Kühltürme für stündlich 1305 cbm Wasser	40 800	1,80
Wasserpumpen, Luftkompressor und Druckluftbehälter zum Anlassen	30 600	1,40
Unvorhergesehenes, Montage, Bauleitung usw.	224 000	10,—
Gesamte Anlagekosten:	4 330 000	193,—

Steht kein Hochofengas zur Verfügung, so muß an Stelle der Gasreinigungsanlage eine Gaserzeugeranlage treten. Die gesamten Anlagekosten würden sich in diesem Fall auf etwa M. 5630000 belaufen, d. h. auf M. 250 für 1 PS.

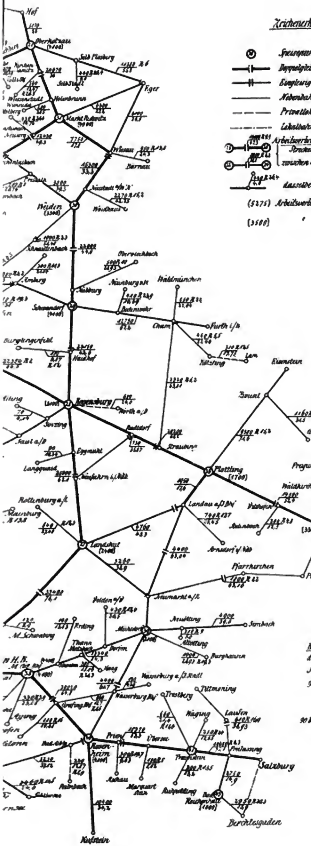
Geschätzte Anlagekosten für wasserelektrische Kraftanlagen.

Nr.	Ort	Installierte PS	Gesamte Anlagekosten in M.	Anlagekosten in M. für eine installierte PS	Bemerkungen
1	Titicaca-See, Peru	2 000 000	163 000 000	81,50	Nach Entwurf von Prof. Guarini, Lima
2	Mexican Light and Power Co.	48 000	8 490 000	177	
3	Cameronfälle, Ontario, Kanada	16 350	3 430 000	210	Ausschließlich Kosten für Kraftübertragung
4	August Wyhlen, Rheinfelden, Basel	30 000	7 340 000	245	Wird von der Schweiz und Baden gemeinsam erbaut
5	Società Idroelettrica Ligure, Mailand	45 500	12 200 000	268	
6	Aveto, Italien	45 500	13 030 000	286	Einschließlich Fernleitungen, Transformatoren und gesamte Niederspannungsverteilung
7	Società Generale Elettrica Adamello, Mailand	30 000	8 160 000	272	Die angegebene Summe ist Kapital der zum Kraftwerksbau im Camonica-Tal, Brescia, Lombardei, gegründeten Gesellschaft. Kraftübertragung über 100 km nach Mailand
8	Santiago, Chile	20 000	6 100 000	305	Vorschlag der Deutsch-Überseeischen E. A. G.
9	Horahorafälle, Waihi, Neuseeland	4 000	1 430 000	357	Entwurf der Waihi G. N. Co. als Gegenleistung für Konzessionen, Teilweise Fernübertragung nach Waihi
10	Cameronfälle, Ontario, Kanada	16 350	5 170 000	316	Einschließlich Fernübertragung über 120 km. Verluste 11,7 % vgl. 3)
11	Hauroko, Neuseeland	40 000	12 300 000	433	Nach einem Bericht an das Haus der Abgeordneten, Neu-Seeland
12	Albulafluß bei Thusis, Kanton Zürich	20 000	8 720 000	436	Einschließlich Fernübertragung über 140 km
13	Trollhätta bei Gothenburg, Schweden	12 000	5 620 000	468	
14	Sullspang-Munkfors Kraftaktiebolag, Schweden	12 000	5 730 000	478	schließlich Fernübertragung usw.
15	Teviot	25 000	12 200 000	489	
16	Clarence-Fluß	25 000	12 200 000	489	
17	Ophi	10 000	5 200 000	510	wie bei 11
18	Iluka-Fluß	38 000	20 400 000	537	
19	Iluka-Fluß	22 000	12 560 000	571	
20	Hutt-Fluß	12 000	6 930 000	578	
21	Turin	8 000	4 730 000	591	Einschließlich Fernübertragung
22	Iluka-Fluß	11 000	80.30 000	603	Wie bei 11

Herausgegeben von Professor Dr. Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

enkirchen

Verlag von R. Oldenbourg in München u. Berlin



Zusammenstellung

des auf die um einen Sprungpunkte treffenden Arbeiterverbrauches für einen Tag im Juli des Sommerfahrplanes 1906

lfd. Nr.	Sprungpunkt	A.W.St.	E.W.St.
1	München	74470	3716
2	Pasing	43358	1848
3	Allersau	12318	598
4	Buchloe	23080	1198
5	Kempten	23096	966
6	Aschaffenburg	18330	778
7	Memmingen	9168	340
8	Augsburg	43218	1886
9	Mauerlingen	26750	1750
10	Donauwörth	20298	1050
11	Treuchtlingen	31610	2080
12	Neubeck	21460	1860
13	Würzburg	74770	3128
14	Ingolstadt	38898	2278
15	Karlsruhe (Bad.)	82893	2830
16	Furth	69442	1856
17	Bamberg	96598	1698
18	Lichtenfels	30350	1318
19	Aschaffenburg	4430	278
20	Aschaffenburg	39850	1935
21	Furmünden	98268	1858
22	Schwandorf	27200	1778
23	Neustadt a. d.	20620	1098
24	Neustadt a. S.	14890	806
25	Neumarkt i. O.	19780	1268
26	Oberhochstadt	43330	1918
27	Landshut	31538	1618
28	Regensburg	63360	1738
29	Schwandorf	44478	1986
30	Mühldorf	33550	1408
31	Neumarkt Rotenb.	15660	918
32	Passau	11240	880
33	Plattling	31710	1498
34	Neumarkt i. O.	19370	798
35	Neumarkt i. R.	7845	320
36	Neustadt a. d. S.	22570	998
37	Schrobenhausen	22278	938
38	München II	32970	1558
39	Mühldorf	21870	880
40	Rosenheim	46370	1950
41	Traunstein	19380	880
42	Hofkirchen	13310	330
43	Rudolfszell	19170	882
	Staatl. Summe	1934425	89908
	Privatbahnlinie	12278	318
	Insgl. Bahnen	1946703	89908

Verlag von R. Oldenbourg, München u. Berlin.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN
CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; C. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHÖNING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **14. Maj 1908.** **Heft 14.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36-maliger Wiederholung wird ein stufenweiser Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Über die Einführung des elektrischen Betriebes auf den Bayerischen Staatseisenbahnen. Von Professor Dr.-Ing. W. Reichel. (Fortsetzung.) S. 265.

Über die Einführung des elektrischen Betriebes auf den Bayerischen Staatseisenbahnen.

Von Professor Dr.-Ing. **W. Reichel.** (Fortsetzung.)

(Hierzu zwei Tafeln.)

Grundlagen zur Berechnung des Arbeitsbedarfes für elektrische Zugbeförderung auf den bayerischen Staatseisenbahnen.[1])

Mit Hilfe eines zeichnerischen Verfahrens, welches in seinen Grundzügen im Ergänzungshefte zu dem Jahrgang 1900 des Organs für die Fortschritte des Eisenbahnwesens veröffentlicht wurde und u. a. in den Werke »Die Bahnmotoren für Gleichstrom« von M. Müller und W. Mattersdorff ausführlich behandelt ist, kann auf Grund der Zugkraftschaulinien einer elektrischen Lokomotive der zeitliche Verlauf der Fahrgeschwindigkeit eines Zuges unter Berücksichtigung des Zuggewichtes und der Streckenverhältnisse zeichnerisch dargestellt werden. Aus dem Verlauf der Geschwindigkeit läßt sich der zurückgelegte Weg und die aufzuwendende Arbeit in einfacher Weise ableiten.

Dieses Verfahren wurde für die Bestimmung der Fahrzeiten und des Arbeitsbedarfes für Zugbeförderung auf jenen Strecken, welche für Einführung des elektrischen Betriebes in Aussicht genommen sind, in der in Fig. 298 durchgeführten Weise verwertet.

Zeichnerisches Verfahren zur Ermittlung der Größe und des zeitlichen Verlaufes der Arbeitsaufnahme eines Zuges.

Von dem Mittelpunkt eines Achsenkreuzes aus sind nach links die am Triebrad wirkenden Zugkräfte, nach oben die Fahrgeschwindigkeit, nach rechts die Zeit und nach unten der zurückgelegte Weg aufgetragen.

Über der Zugkraftachse sind die Werte der Zugkraft P einer Personenzugslokomotive, bezogen auf die Geschwindigkeit, in Schaulinienform dargestellt.

Die Linie zeigt für die unteren Grenzen der Geschwindigkeit die charakteristische, durch den Übergang von einer Schaltstufe zur nächsten bedingte Zackenform und geht bei einer Fahrgeschwindigkeit von etwa 58 km/St in stetigen Verlauf über.

In denselben Teil des Achsenkreuzes ist die Linie des Bahnwiderstandes W für einen Zug von 200 t Wagengewicht und 50 t Lokomotivgewicht eingetragen und aus beiden Schaulinien die Beschleunigungskraft ($P - W$) abgeleitet.

Durch letztere ist für jede Geschwindigkeit die Beschleunigung

$$\gamma = \frac{(P - W) - Q\,(s + r)}{1000 \cdot Q'}\,g$$

in m/sec.² gegeben, wenn mit Q das Zuggewicht in t, mit Q': das mit Rücksicht auf die in drehender Bewegung befindlichen Massen erhöhte Zuggewicht

$$Q' = 1{,}1\,Q,$$

mit $(s + r)$: der aus Steigungs- und Krümmungswiderstand zusammengesetzte Streckenwiderstand in kg für 1 t, mit g: die Beschleunigung der Schwerkraft bezeichnet wird.

Da zwischen der Beschleunigung γ, der Geschwindigkeitszunahme dv und der Zeit die Beziehung

$$\gamma = \frac{dv}{dt}$$

besteht, so läßt sich aus $dt = \frac{dv}{\gamma}$ punktweise die Zeit bestimmen, welche bis zum Eintritt der angenommenen Geschwindigkeitszunahme dv notwendig ist.

[1]) Nach der Ansarbeitung, die das bayerische Staatsministerium für Verkehrsangelegenheiten der Zeitschr. i. zur Verfügung gestellt hat. Sonderabdrücke dieses Heftes sind zu. Preise von M. 2 von der Verlagsbuchhandlung R. Oldenbourg, München, Glücksstr. 8, zu beziehen.

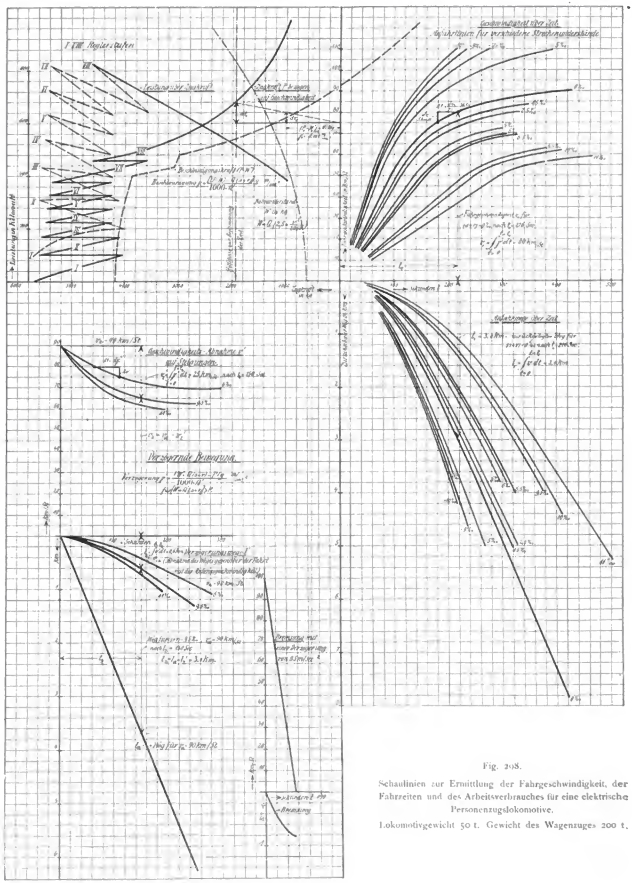


Fig. 208.

Schaulinien zur Ermittlung der Fahrgeschwindigkeit, der Fahrzeiten und des Arbeitsverbrauches für eine elektrische Personenzugslokomotive.

Lokomotivgewicht 50 t. Gewicht des Wagenzuges 200 t.

Zur Erläuterung ist die Bestimmung des Wertes dt für die Geschwindigkeitszunahme um 5 km/St von 75 auf 80 km/St und einen Streckenwiderstand $(s + r) = 0$ in Fig. 298 durchgeführt.

Die mittlere, zwischen diesen Geschwindigkeitsgrenzen auftretende Beschleunigungskraft beträgt $(P_1 - W_1)_m = 1020$ kg.

Es wird daher die Beschleunigung

$$\gamma = \frac{(P_1 - W_1)_m - Q\,(s + r)}{1000 \cdot Q'} 9{,}81$$

$$= \frac{1020 \cdot 9{,}81}{1{,}1 \cdot 250 \cdot 1000} = 0{,}0365 \text{ m/sec}^2$$

und die Beschleunigungszeit $dt_1 = \frac{dv_1}{\gamma} = \frac{5}{3{,}6 \cdot 0{,}0365}$ = 38 Sekunden.

Auf diese Weise kann schrittweise vom Nullpunkt aus die Geschwindigkeitslinie für die Anfahrt über der Zeitachse entwickelt werden.

Aus der Geschwindigkeitslinie läßt sich der zurückgelegte Weg l stückweise durch die Beziehung ermitteln:

$$dl = v \cdot dt,$$

wobei für v der auf die Zeit dt treffende Mittelwert der Geschwindigkeit zu verwerten ist.

In ähnlicher Weise lassen sich Linien für die Verzögerung der Bewegung bei Einfahrt des Zuges in eine Steigung, für den Auslauf ohne Stromentnahme und für die Bremsung des Zuges entwickeln.

In diesen Fällen überwiegt der Zugwiderstand die treibende Kraft.

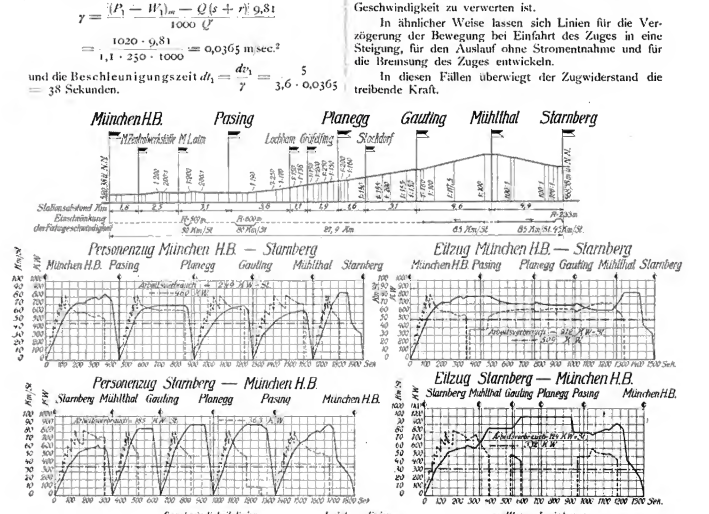


Fig. 299 bis 303.

Derselbe Wert läßt sich zeichnerisch als Abschnitt auf der zur Geschwindigkeitsachse parallel verlaufenden »Hilfslinie zur Bestimmung der Zeit« bestimmen.

Der Abstand dieser Linie vom Nullpunkt ist von den gewählten Maßstäben abhängig und bestimmt sich aus der Gleichung:

$$x = \gamma \cdot 1000\ Q'$$
$$1 \cdot z \cdot g$$

wenn für die Zeitachse:

1 mm = t sec.,

für die Geschwindigkeitsachse:

1 mm = v m/sec.,

für die Zugkraftachse:

1 mm = z kg

gewählt wird.

Die auftretende Geschwindigkeitsverzögerung ist gegeben durch den Ausdruck:

$$\gamma' = \frac{[W' + Q\,(s + r) - P]\,g}{1000 \cdot Q'},$$

die Linie der Geschwindigkeitsabnahme v' läßt sich, ausgehend von der Höchstgeschwindigkeit, durch Verwertung der Beziehung $dt = \frac{dv'}{\gamma'}$ in ähnlicher Weise wie die Linie der Geschwindigkeitszunahme aufzeichnen und aus dieser Linie die Abnahme des Weges gegenüber der Fahrt mit der Anfangsgeschwindigkeit, der »Verzögerungsweg l'«, durch die Beziehung: $dl' = v' \cdot dt$ in Schaulinienform darstellen. Für die Fahrt auf einer Steigung von 9,5 ‰ ein, welche der Zug mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 90 km/St einfährt, ergibt sich

beispielsweise nach Verlauf von $t_2 = 150$ Sekunden eine Geschwindigkeitsabnahme v' von 25 km/St, mithin eine Fahrgeschwindigkeit von $v_2 = v_a - v'_2 = 90 - 25 = 65$ km/St.

Die Abnahme des Weges gegenüber der Fahrt mit 90 km/St wird $l'_2 = 0{,}6$ km, der wirklich zurückgelegte Weg $l_2 = l_a - l'_2 = 3{,}1$ km, wie aus der Darstellung in Fig. 298 ersichtlich.

Wird die Geschwindigkeits- und die Weglinie für alle auf einer Linie vorkommenden Streckenwiderstände aufgezeichnet, so lassen sich aus diesen Linienscharen für irgendeinen Streckenabschnitt gleichbleibenden Widerstandes bei gegebener Anfangsgeschwindigkeit der weitere Verlauf der Geschwindigkeitslinie, die Endgeschwindigkeit und die Zeit für Zurücklegung des Streckenabschnittes entnehmen.

Für eine beliebige Zugfahrt kann daher der Verlauf der Geschwindigkeit über einer Zeitachse in zusammenhängender Linie dargestellt werden. Aus der Geschwindigkeitslinie läßt sich ferner mit Hilfe der in Fig. 298 über der Zugkraftachse aufgezeichneten Schaulinie der Leistung über Zugkraft, der zeitliche Verlauf der Motorbelastung zur Darstellung bringen, indem zunächst für den betr. Geschwindigkeitswert aus der Zugkraftschaulinie die Zugkraft und für diese die zugehörige Leistung in KW bestimmt wird.

In Fig. 298 sind alle Werte entwickelt, welche für die genaue Aufzeichnung der in Fig. 299 bis 303 dargestellten Zugfahrten zwischen München und Starnberg notwendig sind.

Durch die Schaulinien dieser Abbildungen ist die Hin- und Rückfahrt, sowie die Arbeitsaufnahme eines auf allen Stationen anhaltenden Personenzuges und eines durchgehenden Zuges gleicher Zusammensetzung dargestellt.

Der Zug besteht aus einer elektrischen Lokomotive von 50 t Gewicht und aus acht dreiachsigen Personenwagen von zusammen 200 t. Die Streckenverhältnisse sind aus Fig. 299 ersichtlich.

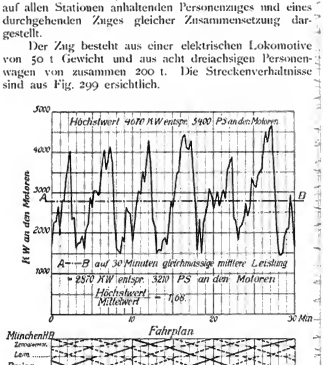


Fig. 304. Arbeitsbedarf für den Nahverkehr München—Gauting.

In den Figuren 300 bis 303 stellen die stark ausgezogenen schwarzen Linien nach dem seitlich aufgetragenen Maßstab die Fahrgeschwindigkeit v in km/St dar, die punktiert gezeichneten Linien bezeichnen die aufzuwendende Leistung; auf der Grundlinie ist die Fahrzeit in Sekunden aufgetragen.

Die Geschwindigkeitslinie läßt die Perioden der Beschleunigung und der Verzögerung erkennen, welche bei der Anfahrt und Bremsung auftreten und bei einem Neigungswechsel dem Eintritt der Beharrungsgeschwindigkeit vorausgehen.

Aus den Leistungslinien lassen sich die Höchstwerte der beanspruchten Leistung entnehmen, welche während der Anfahrperiode vorübergehend auf 820 KW und während der Bergfahrt zwischen Gauting und Mühlthal auf einen Beharrungswert von 720 KW steigt.

Die Fahrzeit für Überwindung der Strecke München—Starnberg beträgt für einen Personenzug ohne Einrechnung der Aufenthaltszeiten in den Stationen $32\frac{1}{2}$ Minuten, für einen durchgehenden Zug $23\frac{1}{4}$ Minuten und für die Rückfahrt $30\frac{1}{2}$ bzw. $22\frac{1}{2}$ Minuten.

Die Arbeitsaufnahme des Zuges entspricht dem Inhalt der durch die Leistungslinie und die Abszissenachse gebildeten Fläche. Dieselbe beträgt auf der Hinfahrt für einen Personenzug mit Anhalten auf allen Stationen 249 KW.St. für einen durchgehenden Zug 211,4 KW.St. und für die Rückfahrt 184,7 bzw. 126,5 KW.St.[1])

Wenn in gleicher Weise auch die Leistungslinie für jede andere Zuggattung aufgestellt und die Arbeitsfläche ausgemessen wird, so läßt sich durch Summieren der auf die einzelnen Zugfahrten treffenden KW.St.-Leistung der tägliche Arbeitsbedarf aller Züge in KW.St. feststellen.

Werden außerdem die auf Grund des Fahrplanes zeitlich zusammenfallenden Einzelwerte der Leistungslinien zusammengezählt, so ergeben die Summenwerte den zeitlichen Verlauf der Belastung für das stromliefernde Werk und den Höchstwert dieser Belastung.

Auf diesem Weg wurde auf Tafel I für den elektrischen Betrieb der Strecke München—Garmisch einschl. der anschließenden Nebenlinien der zeitliche Verlauf des Arbeitsverbrauches für die Stunden des größten Feiertagsverkehrs ermittelt.

Für die Abwicklung des gesamten Tagesverkehrs beanspruchen in dem vorliegenden Fall die Motoren 68600 KW.St. Der diesem Arbeitsverbrauch entsprechende, auf 24 Stunden bezogene Mittelwert der Leistung beträgt an den Stromabnehmern der Lokomotiven 2860 KW.

Die mittlere Belastung im Kraftwerk ist 5700 PS, der Höchstwert erreicht 21500 PS, den 3,8fachen Betrag dieses Durchschnittswertes.

Weitere Beispiele geben die Fig. 304 und 305.

Das entwickelte Verfahren liefert alle für die Entwurfsbearbeitung notwendigen Werte und bietet dabei den Vorteil, daß alle für die Rechnung benutzten Einzelwerte auf dem eigenartigen Verhalten des Bahnmotors aufgebaut werden und in übersichtlicher Entwicklung vor Augen liegen.

Für die Bemessung der zum Betriebe einer Linie erforderlichen Wasserkraft ist der durch den Tagesmittelwert gegebene durchschnittliche Arbeitsbedarf maßgebend. Durch diesen wird bei gegebenem Gefälle die täglich notwendige Wassermenge bestimmt. Wenn die Möglichkeit gegeben ist, daß die Leistungen, welche über die Linie des mittleren Bedarfes fallen, durch Aufspeicherung während der Zeitabschnitte geringeren Arbeitsbedarfes

[1]) Diese Belastungen entsprechen der für den Verkehr München—Starnberg gewählten hohen Grundgeschwindigkeit der Personenzüge von 90 km/St und liegen daher über den Werten, welche für den Personenverkehr auf anderen Linien angenommen sind.

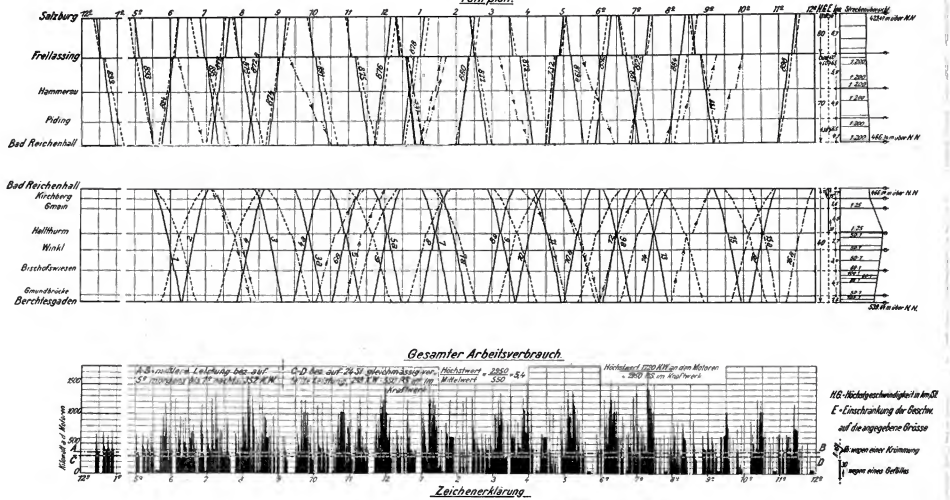


Fig. 305. Elektrische Zugbeförderung auf der Linie Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden.

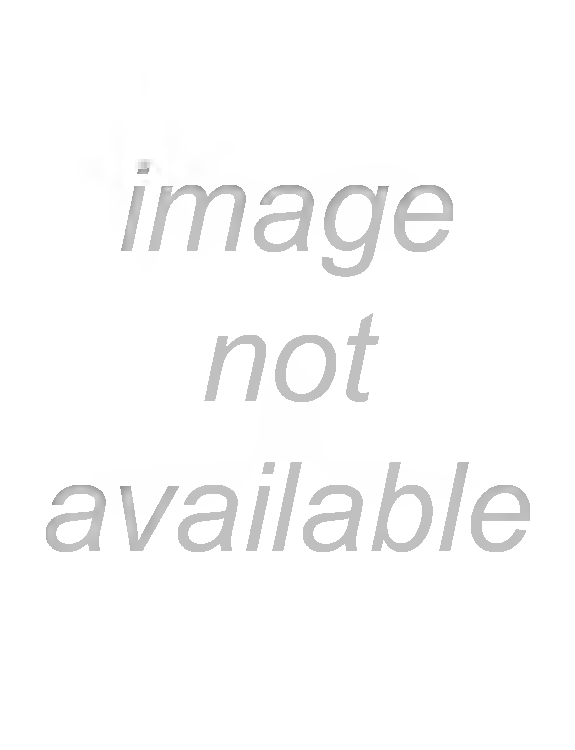


image
not
available

Fahrgeschwindigkeit:	40	60	80	100	120	140	km St
durch Versuche festgestellte Zugwiderstände	280	390	525	720	935	1190	kg
nach Frank berechnete Werte[1]) . .	310	408	544	720	935	1188	„
nach der Studiengesellschaft berechnete Werte	270,4	381	530,8	720	949	1216	„

Die nach Frank berechneten Werte liegen bis zu Geschwindigkeiten von 120 km|St über den Versuchswerten und führen daher auch bei elektrischen Triebmitteln zu sicheren Ergebnissen.

Unter Benutzung der von A. Frank aufgestellten Beziehungen läßt sich der Zugwiderstand durch die folgende Gleichung darstellen:

$$W = (Q_1 + Q_2)\,(2{,}5 + 0{,}0142\left(\frac{v}{10}\right)^2 + s + r)$$

$$+ 0{,}54\,(1{,}1\,F + 2 + nf)\left(\frac{v}{10}\right)^2 \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

hier bedeutet:

W = den Zugwiderstand in kg,
Q_1 = das Gewicht der Lokomotive in t,
Q_2 = das Gewicht des Wagenzuges in t,
v = die Fahrgeschwindigkeit in km|St,
s = die Steigung in m für ein km Länge,
r = den Widerstand in Bahnkrümmungen in kg für 1 t Zuggewicht,
F = die Querprojektionsfläche der Lokomotive in qm,
n = die Zahl der Wagen,
f = einen Zuschlag zur Berücksichtigung der für jeden Wagen hinsichtlich des Luftwiderstandes in Betracht kommenden Fläche;

diese Fläche beträgt:

für jeden Personen- und gedeckten Güterwagen 0,56 qm,
„ „ beladenen, offenen „ 0,32 „,
„ „ leeren „ 1,62 „,

außerdem für den ersten, der Lokomotive folgenden Wagen 2,0 qm.

Durch Trennung der Widerstände für den Wagenzug und für die Lokomotive bzw. den Triebwagen ergeben sich für gerade, wagerechte Bahn die Beziehungen:

für die Triebmittel $W_1 = Q_1\left[2{,}5 + 0{,}0142\left(\frac{v}{10}\right)^2\right]$

$$+ 0{,}54 \cdot 1{,}1\,F\left(\frac{v}{10}\right)^2;$$

für den Wagenzug $W_2 = Q_2\left[2{,}5 + 0{,}0142\left(\frac{v}{10}\right)^2\right]$

$$+ 0{,}54\,(2 + nf)\left(\frac{v}{10}\right)^2$$

und ferner für eine t Fahrzeuggewicht dementsprechend:

$$w_1 = 2{,}5 + \left[0{,}0142 + \frac{0{,}54 \cdot 1{,}1\,F}{Q_1}\right]\left(\frac{v}{10}\right)^2 \text{ kg|t} \quad (4)$$

als Bahnwiderstand für elektrische Triebwagen und Lokomotiven,

$$w_2 = 2{,}5 + \left[0{,}0142 + \frac{0{,}54\,(2 + nf)}{Q_2}\right]\left(\frac{v}{10}\right)^2 \text{ kg|t} \quad (5)$$

[1]) Die Äquivalentfläche F wurde aus dem bei 100 km|St Geschwindigkeit gemessenen Zugwiderstand von 720 kg mit Hilfe der beiden Formeln berechnet und dann als Konstante für Bestimmung der Zugwiderstände bei den übrigen Geschwindigkeiten verwertet.
Hiernach ist F in die Franksche Formel mit 0,59 qm, in die Formel der Studiengesellschaft mit 0,44 qm einzusetzen.

als Bahnwiderstand für die Wagenzüge, wenn allgemein in Übereinstimmung mit den »Belastungs- und Bremsvorschriften« der K. B. Staatseisenbahnen S. 6 mit »Bahnwiderstand« der mit der Geschwindigkeit wechselnde, auf die gerade, wagerechte Strecke und 1 t Zuggewicht bezogene Widerstand bezeichnet und der mit der Strecke wechselnde Steigungs- und Krümmungswiderstand unter dem Begriffe »Streckenwiderstand« zusammengefaßt wird.

Bei Personen- und Schnellzügen, welche nur aus gedeckten Wagen bestehen, wird der Bahnwiderstand durch die Zahl der Wagen bestimmt und daher bei gleichem Zuggewicht um so geringer, je größer das Einzelgewicht der Personenwagen anzunehmen ist.

Für Züge, welche aus offenen und gedeckten Wagen bestehen, läßt sich bei gegebenem Zuggewichte jene Zusammenstellung des Zuges ermitteln, welche hinsichtlich des Luftwiderstandes die ungünstigsten Verhältnisse bietet.

Dieser ungünstigste Fall soll für die Berechnung des Zugwiderstandes bei Güterzügen und Lokalbahnzügen zugrunde gelegt werden.

Der Luftwiderstand wird für ein bestimmtes Zuggewicht dann am größten werden, wenn sich der Zug aus möglichst vielen leeren Wagen und im übrigen aus gedeckten beladenen Wagen zusammensetzt.

Bezeichnet:

a die zulässige Achsenzahl,
b das mittlere Gewicht eines unbeladenen offenen Güterwagens,
c das mittlere Gewicht eines beladenen gedeckten Wagens,
x die Anzahl der leeren offenen Wagen,
Q_2 das Gewicht des Wagenzuges, so besteht die Beziehung:

$$Q_2 = x\,b + \left(\frac{a}{2} - x\right) \cdot c,$$

$$x = \frac{\frac{a}{2} \cdot c - Q_2}{c - b}.$$

Hierbei ist vorausgesetzt, daß

$$Q_2 > \frac{a}{2} \cdot b;\ c > b$$

$$Q_2 < \frac{a}{2} \cdot c.$$

Für einen Güterzug von 600 t und 45 km Höchstgeschwindigkeit ist beispielsweise zur Ermittlung der ungünstigsten Verhältnisse die nachfolgende Rechnung durchzuführen:

Die größte nach § 54 (5) der Eisenbahnbau- und Betriebsordnung bei 45 km Höchstgeschwindigkeit zulässige Achsenzahl beträgt 120.

Nach Abzug eines Gesamtgewichtes von 10 t für den Dienstwagen verbleibt ein auf $120 - 2 = 118$ Achsen zu verteilendes Zuggewicht von 590 t:

für $b = 7{,}5$ t und
$c = 24$ t

wird daher:

$$x = \frac{\frac{118}{2} \cdot 24 - 590}{24 - 7{,}5} = 49{,}8.$$

Ein Zug von 600 t bietet sonach den größten Luftwiderstand, wenn derselbe besteht:

aus	1 Dienstwagen	10 t
„	50 offenen leeren Wagen	375 t
„	9 belad. gedekten Wagen	216 t
	rd.	600 t

Der Widerstand des Wagenzuges beträgt nach Gleichung (5) für

$$nf = 50 \cdot 1{,}62 + 9 \cdot 0{,}56 = 86{,}04 \text{ qm}$$

bezogen auf 1 t Zuggewicht:

$$w_2 = 2{,}5 + \left[0{,}0142 + \frac{0{,}000792}{v^2}\right] v^2 = 2{,}5 + \frac{v^2}{1070} \text{ kg/t.}$$

Die entsprechenden Widerstandsgrößen sind für Güterzüge von 900, 600 und 300 t, ferner für Lokalbahnzüge, für Personen- und Schnellzüge berechnet und in der folgenden Übersicht zusammengestellt.

Die Berechnung der Bahnwiderstände für die auf Seite 270 aufgeführten Zugeinheiten, welche der Arbeitsaufstellung zugrunde gelegt werden, gestaltet sich nunmehr folgendermaßen.

Der Aufbau der elektrischen Lokomotiven entspricht in seiner Querschnittsform im allgemeinen der Bauart der Personenwagen. An beiden Stirnseiten befinden sich Führerstände mit den zur Steuerung der Lokomotive notwendigen Einrichtungen; der Raum zwischen den Führerständen dient zur Aufnahme der Hochspannungsschalteinrichtungen und aller für die Lokomotive erforderlichen sonstigen Ausrüstungsteile. Die beiden Stirnwände sind zur Verminderung des Luftwiderstandes mit abgeschrägten Seitenflächen an die Längswände angeschlossen. Das Untergestell ruht auf zwei zweiachsigen Drehgestellen; jede Achse ist durch einen Motor mit Zahnradvorgelege angetrieben.

Die teilweise abgeschrägte Vorderfläche bietet einen Querschnitt von etwa 7,5 qm; nach den in Glasers Annalen Jahrgang 1906 S. 222 beschriebenen Versuchen der Studiengesellschaft ist bei entsprechend abgeschrägten Stirnflächen nur ein Teil des wirklichen Querschnittes für Berücksichtigung des Luftwiderstandes in Rechnung zu stellen.

Die Größe F wird daher angenommen zu:

$$\begin{aligned} &0{,}7 \cdot 7{,}5 = 5{,}25 \text{ qm für die Stirnfläche} \\ &\text{und etwa } \quad 2{,}25 \text{ qm für die übrigen Teile} \\ &F = 7{,}5 \text{ qm.} \end{aligned}$$

Bei einem Gewicht der Lokomotive von 60 t beträgt nach Gleichung (4) der Lokomotivwiderstand

$$w_1 = 2{,}5 + \left[0{,}000142 + \frac{0{,}54 \cdot 1{,}1 \cdot 7{,}5}{60 \cdot 100}\right] v^2 = \cong 2{,}5 + \frac{v^2}{1100} \text{ kg/t.}$$

Für den Wagenzug betrage der Widerstand bei einer Zusammensetzung nach lfd. Nr. 4 der nachstehenden Zusammenstellung

$$w_2 = 2{,}5 + \frac{v^2}{1350}.$$

Der Bahnwiderstand eines Güterzuges von 360 t Gesamtgewicht beträgt dann:

$$w = \frac{Q_1 w_1 + Q_2 w_2}{Q_1 + Q_2} = 2{,}5 + \frac{v^2}{1300} \text{ kg/t} \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Zusammenstellung der Bahnwiderstände von Wagenzügen verschiedener Zusammensetzung.
(Ohne Berücksichtigung des Lokomotivwiderstandes.)

Lfd. Nr.	Gewicht des Wagenzuges Q_2	Höchste Geschwindigkeit km/St	Größte nach der B.-O. zulässige Achsenzahl	Zahl der Wagen: Dienstwagen	Zahl der Wagen: leere offene Güterwagen	Zahl der Wagen: beladene gedeckte Güterwagen	w_2	Mittleres Wagengewicht t	Bemerkungen
				Güterzüge.					
1	900	45	120	1	31	28	$2{,}5 + \frac{v^2}{1815}$	15	Das mittlere Gewicht eines leeren, offenen Wagens ist zu $b = 7{,}5$ t, das Gewicht eines beladenen, gedeckten Wagens zu $c = 24$ t angenommen.
2		50	100	1	17	32	$2{,}5 + \frac{v^2}{2440}$	18	
3	600	45	120	1	50	9	$2{,}5 + \frac{v^2}{1070}$	10	
4		50	100	1	35	14	$2{,}5 + \frac{v^2}{1350}$	12	
5		55	80	1	21	18	$2{,}5 + \frac{v^2}{1790}$	15	
6		60	60	1	6	23	$2{,}5 + \frac{v^2}{2750}$	20	
7	300	45	120	1	38	—	$2{,}5 + \frac{v^2}{770}$	7,5	
8		50	100	1	38	—			
9		60	60	1	24	5	$2{,}5 + \frac{v^2}{1112}$	10	
				Lokalbahnzüge. (Bestehend aus Personenwagen, leeren und offenen Güterwagen.)					
10	100	30	—	1	4	5	$2{,}5 + \frac{v^2}{1275}$	10	
				Personenzüge mit Eilgutbeförderung.					
11	200—300	mehr als 80	44		20		$2{,}5 + \frac{v^2}{2500}$	15	
				Personenzüge für den Ausflugverkehr und Eilzüge. (Triebwagenzüge.)					
12	300	mehr als 80	44		15		$2{,}5 + \frac{v^2}{3000}$	20	
				Schnellzüge. (Aus vierachsigen Wagen.)					
13	300	mehr als 80	44		10		$2{,}5 + \frac{v^2}{3580}$	30	

Für Lokalbahnzüge, für welche die Verwendung zweiachsiger Lokomotiven von 24 t Gewicht und etwa 7 qm wirksamer Querschnittsfläche in Frage kommt, wird

$$w_1 = 2{,}5 + \frac{v^2}{530}$$

und für den Wagenzug nach lfd. Nr. 10 der Zusammenstellung (auf S. 272)

$$w_2 = 2{,}5 + \frac{v^2}{1275},$$

somit

$$w = 2{,}5 + \frac{v^2}{1000}\ \text{kg/t} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Für einen Personenzug von 200 t Wagengewicht und 50 t Lokomotivgewicht wird unter der Annahme von $F = 7{,}0$ qm für die Lokomotive

$$w_1 = 2{,}5 + \frac{v^2}{1000}$$

und nach lfd. Nr. 11 der Zusammenstellung

$$w_2 = 2{,}5 + \frac{v^2}{2500},$$

mithin

$$w = 2{,}5 + \frac{v^2}{2000}.$$

Für schnellfahrende Züge ist die Bauart der Wagen von wesentlicher Bedeutung.

Bei Eilzügen, welche zum größten Teile aus dreiachsigen Wagen bestehen, wird nach lfd. Nr. 12 der Zusammenstellung für den Wagenzug

$$w_2 = 2{,}5 + \frac{v^2}{3000},$$

unter der Annahme, daß das Gewicht der Lokomotive 50 t und das Gewicht des Wagenzuges 165 t beträgt, wird

$$w = \frac{Q_1 w_1 + Q_2 w_2}{Q_1 + Q_2} = 2{,}5 + \frac{v^2}{2045} \cong 2{,}5 + \frac{v^2}{2000}\ \text{kg/t} \quad (8)$$

Für diese Züge, welche den gleichen Bahnwiderstand wie die Personenzüge aufweisen, ist eine Grundgeschwindigkeit von 90 km/St. angenommen.

Für Schnellzüge, welche auf der Wagerechten mit einer Geschwindigkeit von 100 km/St. gefahren werden, ist eine Zusammenstellung aus vierachsigen Drehgestellwagen vorausgesetzt; hier wird nach lfd. Nr. 13 der Zusammenstellung $w_2 = 2{,}5 + \frac{v^2}{3580}$ und bei Lokomotiven von 90 t Eigengewicht $w_1 = 2{,}5 + \frac{v^2}{1350}$; der Bahnwiderstand eines Schnellzuges von 300 t Wagengewicht berechnet sich daher zu

$$w = 2{,}5 + \frac{v^2}{2500}.$$

Obwohl diese Beziehungen in der einfachsten Form erscheinen, ist in denselben nach der gegebenen Ableitung der Zusammenhang mit den tatsächlichen Verhältnissen doch vollständig gewahrt.

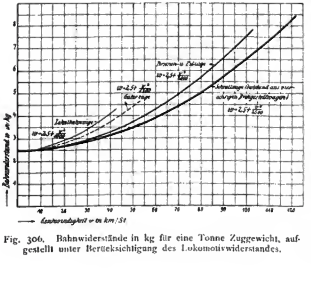


Fig. 306. Bahnwiderstände in kg für eine Tonne Zuggewicht, aufgestellt unter Berücksichtigung des Lokomotivwiderstandes.

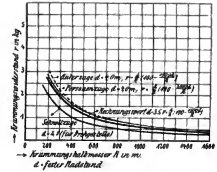


Fig. 307. Krümmungswiderstand in kg für eine Tonne Zuggewicht.

Durch die Schaulinien der Fig. 306 ist das Anwachsen des Bahnwiderstandes für die einzelnen Zuggattungen in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit dargestellt.

Der aus vierachsigen Wagen gebildete Schnellzug beansprucht hiernach bei einer Fahrgeschwindigkeit von 100 km/St. annähernd dieselbe Zugkraft für die Gewichtseinheit wie ein aus leichteren Wagen zusammengesetzter Eilzug bei 90 km/St. Die Berechnung des Arbeitsverbrauches für die in Tonnenkilometer gegebene Fahrleistung, welcher nach Gleichung (1) bei gleichem Verhältnis des Lokomotivgewichts zum Zuggewicht nur von der aufzuwendenden Zugkraft abhängt, kann daher für die Gruppe der Eil- und Schnellzüge einheitlich für eine Grundgeschwindigkeit von 90 km/St. unter Annahme eines Zugwiderstandes $w = 2{,}5 + \frac{v^2}{2000}$ durchgeführt werden.

Der Widerstand in Gleisbögen beträgt nach Frank für 1 t Zuggewicht

$$\left.\begin{array}{l}\text{bei Güterzügen:}\quad r = \dfrac{d}{R}\left(180 - \dfrac{1000\,d}{R}\right)\text{kg,}\\[2ex] \text{bei Personenzügen:}\quad r = \dfrac{d}{R}\left(180 - \dfrac{2000\,d}{R}\right)\text{kg,}\end{array}\right\} \quad . \quad (9)$$

wenn d den festen Radstand der Fahrzeuge in Meter und R den Krümmungshalbmesser des Gleisbogens in Meter bedeutet. Die Werte des Krümmungswiderstandes sind für verschiedene Zuggattungen und Radstände in Fig. 307 durch Schaulinien dargestellt.

Für die Aufstellung der Streckenwiderstände wurden die Werte gewählt, welche der stark ausgezogenen Linie entsprechen, da die Unterscheidung verschiedener Krümmungswiderstände für die einzelnen Zuggattungen das Gesamtergebnis der Arbeitsberechnung nur unwesentlich beeinflußt, die Rechnung aber erheblich belasten würde.

Stromart und Motorbauart.

Für die Bestimmung der Fahrgeschwindigkeit und der entsprechenden Zugkräfte wurde angenommen, daß

die Züge im allgemeinen durch elektrische Lokomotiven befördert werden. Als Stromart wurde einfacher Wechsel-

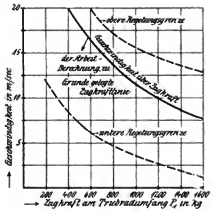
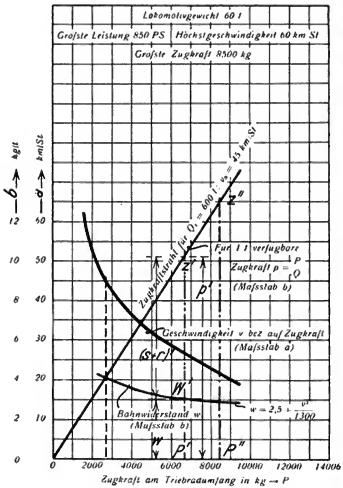


Fig. 308. Zusammenhang zwischen Zugkraft und Fahrgeschwindigkeit bezogen auf eine Triebachse einer mit Wechselstrom-Kollektormotoren ausgerüsteten Lokomotive.

strom vorausgesetzt, welcher von den Kraftwerken mit 50000 Volt abgegeben und an bedeutenden Knoten-



Bei einer Grundgeschwindigkeit bis zu 45 km/St. beträgt für eine Belastung von . . . . . Q_1 = 600 500 400 300 t
der größte zulässige Streckenwiderstand (s + r) = 10 12 15 20 kg/t

Fig. 309. Zugkraftdarstellung für eine Güterzugslokomotive.

punkten zur Speisung der Fahrdrahtleitung auf 10000 Volt herabgesetzt wird.

Ferner ist angenommen, daß die Lokomotiven mit Kollektormotoren und Transformatoren ausgerüstet werden, welche durch Regelung der Unterspannung eine Veränderung der Zugkraft in vielen Stufen ermöglichen. Ein solcher Motor gestattet die durch den Fahrplan vorgeschriebenen Geschwindigkeiten bei verschiedenen Zuglasten einzuhalten und hierbei den Arbeitsverbrauch in wirtschaftlicher Weise der geforderten Zugleistung anzupassen.

Für den Arbeitsverbrauch bei bestimmter Fahrgeschwindigkeit wird die Bauart der Motoren und auch die Wahl der Stromart nur von geringem Einfluß sein, da für alle marktfähigen Motoren die Unterschiede im Wirkungsgrad nicht von Bedeutung sind.

Dagegen weist die Beziehung zwischen Drehzahl und Zugkraft, die sog. Motorcharakteristik, für verschiedene Stromarten und innerhalb der letzteren für verschiedene Ausführungsformen erhebliche Abweichungen auf.

Dieser Umstand ist für die Leistungsaufstellung bei elektrischer Zugförderung von wesentlicher Bedeutung, weil durch die Motorcharakteristik die Fahrgeschwindigkeit auf den verschiedenen Steigungen und damit bei gegebener Zuglast der Arbeitsaufwand bestimmt wird.

Um eine einheitliche Darstellung des Arbeitsverbrauches zu erhalten, wurden daher die Rechnungen für die Zugkraftverhältnisse der gegenwärtig auf dem Markte erscheinenden Kollektormotoren durchgeführt.

Hierbei wurde eine Motorausnutzung zugrunde gelegt, welche durch das Verhältnis der in Fig. 308 gezeichneten Schaulinie »Geschwindigkeit über Zugkraft« zu den Grenzwerten des Leistungsgebietes gekennzeichnet ist.

Die Einzelwerte der Zugkraftschaulinie sind so gewählt, daß während der Anfahrt und für die höheren Geschwindigkeiten ein Überschuß an Leistungsfähigkeit bestehen bleibt.

Die Beharrungsgeschwindigkeiten, welche auf Grund dieser Schaulinie berechnet werden, können daher vom Führer auch bei ungünstigen Witterungsverhältnissen ohne Überanstrengung der Motoren eingehalten werden.

Fahrgeschwindigkeit und Zugkraft.

Der Zusammenhang zwischen der Fahrgeschwindigkeit und der Drehzahl des Motors ist durch die Beziehung gegeben:

$$v = \frac{n\,D\,\pi\,60\,\ddot{u}}{1000} = 0{,}06\,\ddot{u}\cdot n\cdot D\cdot\pi \quad . \; . \; . \; (10)$$

wenn

v die Geschwindigkeit in km/St.,
$\ddot{u}$ das Übersetzungsverhältnis zwischen Motorwelle und Triebradachse,
n die Motordrehzahl in der Minute,
D den Triebraddurchmesser in m

bezeichnet.

Die von einem Motor am Triebradumfang ausgeübte Zugkraft bestimmt sich aus dem Drehmoment an der Motorwelle durch die Beziehung

$$P_1 = \frac{m\cdot\eta}{\ddot{u}\cdot\frac{D}{2}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (11)$$

wobei:

m die Zugkraft des Motors am Hebelarm von 1 m in kg (Drehmoment an der Motorwelle),
η den Wirkungsgrad der Zahnradübersetzung = 0,96

bezeichnet.

Für eine Güterzugslokomotive mit vier durch je einen Motor angetriebenen Achsen ist die Abhängigkeit zwischen Geschwindigkeit und Zugkraft, welche der durch die Fig. 308 gekennzeichneten Motorausnutzung entspricht, durch Fig. 309 dargestellt.

Bei einer Zugkraft am Triebradumfang von $P' = 6700$ kg wird beispielsweise die Geschwindigkeit

$$v' = 27 \text{ km/St.},$$

der Bahnwiderstand beträgt für diese Geschwindigkeit

$$w' = 2{,}5 + \frac{v'^2}{1300} = 3{,}06 \text{ kg/t},$$

und werde durch Punkt W' auf der in P' errichteten Ordinate gekennzeichnet.

Werden in gleicher Weise für alle Geschwindigkeiten zwischen 20 und 50 km/St. die Bahnwiderstände über den zugehörigen Werten von P eingezeichnet, so ergibt sich die Schaulinie des Bahnwiderstandes für Güterzüge (Widerstandscharakteristik) W.

Wird nun die am Triebradumfang zur Verfügung stehende Zugkraft gleichfalls auf das Zuggewicht bezogen und in kg für eine Tonne über der Zugkraftachse als Schaulinie dargestellt, so entspricht diese Linie der Gleichung:

$$p = \frac{P}{Q},$$

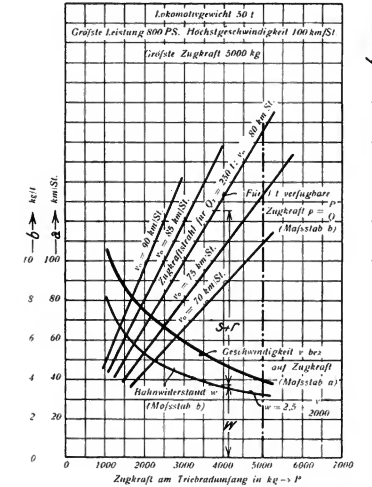
wobei p die für eine Tonne Zuggewicht zur Verfügung stehende Zugkraft bedeutet.

Diese Schaulinie ist eine Gerade, welche durch den Anfangspunkt O geht und deren Neigung gegen die Zugkraftachse durch das Zuggewicht bestimmt wird.

Sie wird z. B. dadurch festgelegt, daß sie für ein Zuggewicht $Q = Q_1 + Q_2 = 60 + 600 = 660$ t eine im Punkt $P'' = 8500$ kg errichtete Senkrechte in einem Punkte Z'' schneidet. Es wird in diesem Fall die für 1 t verfügbare Zugkraft

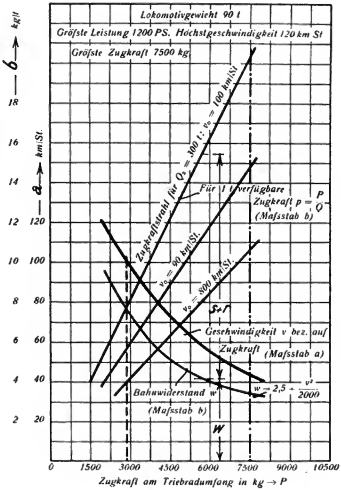
$$p'' = \frac{8500}{660} = 12{,}9 \text{ kg/t}.$$

Bei der Zugkraft $P' = 6800$ kg beträgt dann beispielsweise die für 1 t verfügbare Zugkraft $p' = 10{,}2$ kg, oder da in diesem Falle der Bahnwiderstand $w' = 3$ kg ist, so stehen $10{,}2 - 3 = 7{,}2$ kg für 1 t zur Überwindung des Streckenwiderstandes $(s + r)'$ zur Verfügung.



Bei einer Grundgeschwindigkeit . . . . $v_0 =$ 70 75 80 90 km/St
betragt die zulassige Belastung . . . . $Q_0 =$ 410 370 340 165 t
und der größte zulässige Streckenwiderstand $(s + r)_0 =$ 7,5 10 13 21 kg/t

Fig. 310. Personenzugslokomotive.



Bei einer Grundgeschwindigkeit . . . . . $v_0 =$ 80 90 100 km/St
betragt die zulassige Belastung . . . . . $Q_0 =$ 600 410 300 t
und der größte zulässige Streckenwiderstand $(s + r)_0 =$ 5,0 11,0 16,5 kg/t

Fig. 311. Schnellzugslokomotive.

»Die Abschnitte WZ der Zugkraft-Ordinaten, welche zwischen der Schaulinie des Bahnwiderstandes und dem Zugkraftstrahl liegen, stellen somit allgemein den Streckenwiderstand dar, bei welchem die der Geschwindigkeitslinie entsprechenden Geschwindigkeiten erreicht werden.«

Für den Schnittpunkt der Zugkraftgeraden mit der Widerstandslinie wird $s = o$. Die durch diesen Punkt geführte Ordinate bezeichnet daher auf der Geschwindigkeitslinie die Fahrgeschwindigkeit, welche auf gerader wagerechter Bahn erreicht wird, nämlich die Grundgeschwindigkeit.

Soll aus der Schaulinie die Beharrungsgeschwindigkeit bestimmt werden, welche ein Zug auf beliebiger Steigung erreicht, so ist die Ordinate aufzusuchen, deren Abschnitt $(p - w)$ dem betr. Streckenwiderstand entspricht; der Schnittpunkt dieser Ordinate mit der Geschwindigkeitslinie ergibt dann die gesuchte Fahrgeschwindigkeit. Die Länge der Ordinaten p gibt gleichzeitig, im Maßstab der Bahnwiderstände gemessen, die im Beharrungszustand für eine Tonne aufzuwendende Zugkraft in kg.

Werden die Zugkraftstrahlen für beliebige Belastungen gezeichnet, so geben die Schaulinien Aufschluß über die Grundgeschwindigkeiten und größten Streckenwiderstände, welche für das angenommene Zuggewicht in Betracht kommen.

Da der Unterschied zwischen Bahnwiderstand und Zugkraft auf ebener Strecke für die Beschleunigung des Zuges zur Verfügung steht, so läßt der Abschnitt WZ auch die Anfahrbeschleunigung durch die Beziehung ermitteln:

$$\gamma = \frac{p - w - (s + r)}{1000} \cdot 981 \cdot \frac{Q}{Q'},$$

wobei γ die Anfahrbeschleunigung auf der Geraden in cm/sec² und Q' das unter Berücksichtigung der sich drehenden Massen berechnete Beschleunigungsgewicht bezeichnet, welches für elektrische Züge zu $Q' = 1{,}1$ bis $1{,}15\,Q$ angenommen werden kann. Für die Beschleunigungsperioden bei einer beliebigen Steigung s wird annähernd

$$\gamma = 0{,}85\,[p - w - (s + r)] \text{ cm/sec}^2.$$

In ähnlicher Weise sind durch die Schaulinien der Fig. 310 die Leistungsverhältnisse einer vierachsigen Personenzugslokomotive dargestellt, welche auf der Wagerechten einen Zug von 320 t mit einer Geschwindigkeit von 75 km/St. und auf der Steigung von 10 ‰ mit einer Geschwindigkeit von 40 km/St. zu befördern vermag.

In Fig. 311 ist die Schaulinie einer Schnellzugslokomotive gezeichnet, welche der Bedingung entspricht, einen Zug von 300 t auf der Wagrechten mit 100 km/St. und auf der Steigung von 10 ‰ mit 63 km/St. zu befördern. Während in der Fig. 309 für die Güterzugslokomotive nur 1 Zugkraftstrahl für die Grundgeschwindigkeit von 45 km/St. gezeichnet ist, enthalten die Fig. 310 und 311 Strahlen für verschiedene Grundgeschwindigkeiten. Die zugehörigen Belastungen sind in besonderen Tabellen unter den betreffenden Figuren angegeben.

Die im Beharrungszustand bei den einzelnen Zuggattungen erforderlichen Zugkräfte z sind in der Fig. 312 abhängig vom Streckenwiderstand übersichtlich zusammengestellt.

Da für die Gefälle die »Eisenbahnbau- und Betriebsordnung« gewisse durch die Betriebssicherheit bedingte Höchstgeschwindigkeiten vorschreibt, welche geringer sind als die mit den Motoren erreichbaren Geschwindigkeiten, so verlieren die Schaulinien über den negativen Werten der Streckenwiderstände ihren stetigen Verlauf.

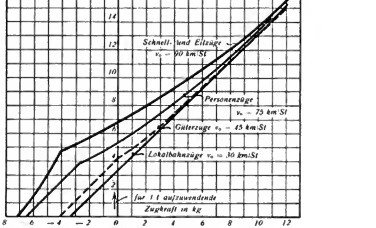


Fig. 312. Schaulinien der für 1 t Zuggewicht erforderlichen Zugkräfte.

Durch den Schnittpunkt der Schaulinien mit der horizontalen Achse werden die Gefälle bestimmt, auf welchen für die Fortbewegung der Züge mit der höchsten zulässigen Geschwindigkeit keine Arbeit mehr zuzuführen ist.

Dies ist für Schnellzüge auf einem Gefälle von 7,2 ‰ der Fall, auf welchem nach § 66 Ziff. 3 der B. O. eine Geschwindigkeit von 97 km pro St. erreicht werden darf; bei Personenzügen, für welche nach der Zusammenstellung auf Seite 270 eine Höchstgeschwindigkeit von 90 km pro St. angenommen ist, tritt der Gleichgewichtszustand auf Gefällen von 6,5 ‰, bei Güterzügen mit 45 km Höchstgeschwindigkeit auf Gefällen von 4,1 ‰, bei Lokalbahnzügen auf Gefällen von 3,4 ‰ ein.

Diese Gefälle mögen für die Arbeitsberechnung als »Grenzgefälle« bezeichnet werden.

In stärkeren Gefällen würde die Schwerkraft eine Steigerung der Geschwindigkeit über die zulässigen Grenzen erzeugen. Das Anwachsen der Fahrgeschwindigkeit muß daher durch Bremsung verhindert werden, sofern nicht der durch die Schwerkraft geleistete Arbeitsüberschuß durch besondere Ausbildung der Lokomotivausrüstung in elektrische Arbeit umgewandelt und nutzbar an das Leitungsnetz zurückgegeben wird (vgl. Seite 283).

Werden die Fahrzeiten für die größten, bei den angenommenen Grundgeschwindigkeiten zulässigen Belastungen berechnet und, wie es der fahrplanmäßigen Durchführung im Betriebe entspricht, auch bei kleineren Belastungen beibehalten, so verändert sich die aufzuwendende Arbeit lediglich im Verhältnis der Zuggewichte und des mit den Zuggewichten veränderlichen Wertes des Bahnwiderstandes.

Für die vorliegende Berechnung ist nun einheitlich für jede Zuggattung jener Wert als Bahnwiderstand angenommen, welcher den mittleren Zuglasten entspricht. Bei einer Mehrung oder Minderung des Verkehrs gegenüber den der Rechnung zugrunde gelegten Zahlen verändert sich daher auch der berechnete Arbeitsbedarf im Verhältnis der statistisch festgestellten, auf 1 Tag und 1 km bezogenen Zuglasten.

Zugwiderstandsarbeit.

Aus den Werten der Zugkräfte läßt sich durch die auf Seite 270 entwickelte Beziehung:

$$a = \frac{2{,}725}{\eta} \cdot z \cdot \frac{Q_1 + Q_2}{Q_2} \quad \ldots \quad (1)$$

die Arbeit in W.St. berechnen, welche im Beharrungszustande für die Beförderung einer Tonne auf 1 km bei verschiedenen Streckenwiderständen verbraucht wird. Wird $\eta = 0{,}7$ und

$$\frac{Q_1 + Q_2}{Q_2} = 1{,}2 \text{ gesetzt, so}$$

ergibt sich beispielsweise für Güterzüge:

$$a = 4{,}67 \cdot z \text{ W.St.}$$

Die Schaulinie der Zugkräfte stellt also bezogen auf den Maßstab der Fig. 313 gleichzeitig die Zugwiderstandsarbeit für 1 t/km in W.St. dar.

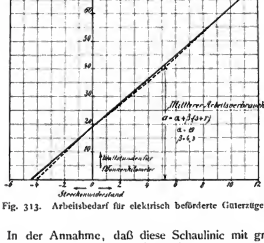


Fig. 313. Arbeitsbedarf für elektrisch beförderte Güterzüge.

In der Annahme, daß diese Schaulinie mit großer Annäherung durch die abgebildete Gerade ersetzt werden kann, läßt sich der Arbeitsverbrauch für eine Strecke wechselnder Neigung zunächst unter Vernachlässigung der bei der Anfahrt und bei einem Neigungswechsel auftretenden Beschleunigungskräfte wie folgt berechnen:

Für einen Streckenabschnitt l_1 in km der Steigung s_1 wird der Arbeitsverbrauch für 1 t Zuggewicht $A_1 = l_1 a_1 = l_1 (\alpha + \beta s_1)$, wenn entspr. Fig. 313 $a = \alpha + \beta (s + r)$ gesetzt wird, wobei α dem Wert 19 für den Streckenwiderstand σ und β dem die Neigung der Geraden bestimmenden Zahlenwert 4,3 entspricht. Für den anschließenden Abschnitt l_2 der Steigung s_2 wird

$$A_2 = l_2 a_2 = l_2 (\alpha + \beta \cdot s_2),$$

für die Summe beliebig vieler Abschnitte wird die gesamte Arbeitsmenge

$$A = A_1 + A_2 + A_3 \ldots\ldots\ldots$$
$$= \alpha (l_1 + l_2 + l_3 \ldots) + \beta (l_1 s_1 + l_2 s_2 + l_3 s_3 \ldots),$$

die gesamte Länge:

$$L = l_1 + l_2 + l_3 \ldots\ldots,$$

die gesamte Steigung:

$$H = l_1 s_1 + l_2 s_2 + l_3 s_3 + \ldots\ldots,$$

mithin:

$$A = \alpha L + \beta H.$$

Bezeichnet man mit $a_m = \frac{A}{L}$ die mittlere W.St.-Leistung, welche für ein t/km auf der Strecke L aufzuwenden ist, und setzt als mittleren Steigungswiderstand:

$$s_m = \frac{H}{L},$$

so gilt auch für den mittleren Arbeitsverbrauch die Beziehung

$$a_m = \alpha + \beta s_m,$$

denn es ist:

$$a_m = \frac{A}{L} = \alpha + \beta \frac{H}{L} = \alpha + \beta s_m,$$

d. h. für die Feststellung der Zugwiderstandsarbeit für eine Strecke wechselnder Neigung läßt sich der auf die Gesamtsteigung der Strecke bezogene mittlere Steigungswiderstand einführen, wenn der Arbeitsverbrauch für ein t/km zum Steigungswiderstand in linearem Verhältnis steht.

In gleicher Weise läßt sich unter dieser Voraussetzung für den Krümmungswiderstand, welcher durch die Gleichung (9) in kg für eine Tonne zu ermitteln ist, ein auf die ganze Strecke bezogener Mittelwert in die Arbeitsberechnung einführen.

Sind $x_1, x_2, x_3 \ldots$ die Längen der auf einen Streckenabschnitt der Länge L treffenden Bahnkrümmungen in km, $r_1, r_2, r_3 \ldots$ die zugehörigen Krümmungswiderstände in kg/t, so läßt sich der mittlere, für die Arbeitsberechnung maßgebende Krümmungswiderstand ausdrücken durch

$$r_m = \frac{x_1 r_1 + x_2 r_2 + x_3 r_3 \ldots}{L}.$$

Die Summe des mittleren Steigungs- und Krümmungswiderstandes $s_m + r_m$ ergibt den für die Arbeitsberechnung maßgebenden mittleren Streckenwiderstand.

Anfahrarbeit.

Die in Fig. 312 angegebenen Zugkraftwerte gelten für die Beharrungsgeschwindigkeiten, d. h. für jene Zeitabschnitte während der Fahrt eines Zuges, bei welchen zwischen der treibenden Kraft und den Zugwiderständen Gleichgewicht eingetreten ist.

Bis zum Eintritt dieses Gleichgewichtzustandes wird der Unterschied zwischen der treibenden Kraft und den Widerständen eine Beschleunigung der Fahrt hervorrufen, soferne die Zugkraft überwiegt, und anderseits eine Verzögerung der Geschwindigkeit bewirken, wenn beim Übergang in einen Abschnitt größeren Streckenwiderstandes die Widerstandskräfte überwiegen.

Die zur Geschwindigkeitssteigerung aufgewendete Beschleunigungsarbeit wird im Zuge als kinetische Energie aufgespeichert und ist bezogen auf eine Tonne des Wagenzuges in jedem Zeitpunkt durch die Beziehung gegeben:

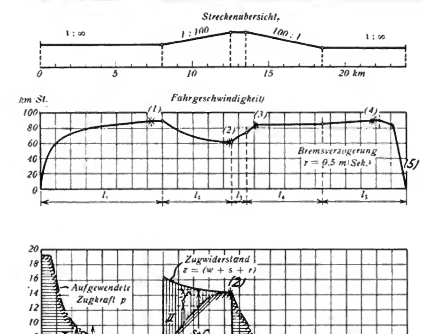
$$E_\gamma = \frac{1}{2} \cdot \frac{1000}{9{,}81} \cdot \left(\frac{v}{3{,}6}\right)^2 \cdot \frac{Q_1 + Q_2}{Q_2} = 393 \cdot v^2 \cdot \frac{Q_1 + Q_2}{Q_2} \text{ mkg.}$$

Auch diese Arbeitsgröße läßt sich auf elektrische Einheiten beziehen und ergibt in WSt. ausgedrückt:

$$A_\gamma = 393 \cdot \frac{736}{75 \cdot 3600 \cdot 0{,}7} \cdot v^2 \cdot \frac{Q_1 + Q_2}{Q_2}$$
$$= 1{,}528 \cdot v^2 \cdot \frac{Q_1 + Q_2}{Q_2} \text{ W.St.}$$

Für irgend einen Streckenabschnitt, auf welchem keine Arbeit durch Bremsung verloren geht, muß nun nach dem Grundgesetze der Erhaltung der Energie die Bedingung erfüllt sein, daß am Ende des Abschnittes die Summe aus der geleisteten Zugwiderstandsarbeit und der kinetischen Energie des Zuges gleichkommt der am Beginn der Strecke vorhandenen kinetischen Energie vermehrt um die geleistete Motorarbeit.

Von diesem Gesichtspunkte aus stellt somit die kinetische Energie des Zuges eine Arbeitsleistung dar, welche während der Beschleunigungszeit neben der zur Überwindung der Bahn- und Streckenwiderstände notwendigen



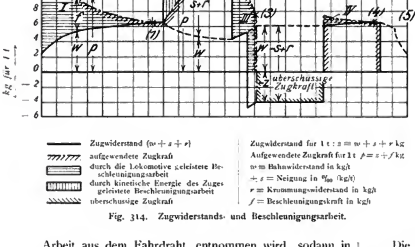


Fig. 314. Zugwiderstands- und Beschleunigungsarbeit.

Arbeit aus dem Fahrdraht entnommen wird, sodann in der Masse des Zuges aufgespeichert bleibt bis eine Abnahme der Geschwindigkeit eintritt und bei Verzögerung der Bewegung als Zugkraft wirksam wird.

Durch die Fig. 314 ist die Verteilung der zugeführten Arbeit in die Anteile dargestellt, welche auf die Überwindung der Bahn- und Streckenwiderstände (Zugwiderstandsarbeit) sowie auf die Beschleunigung des Zuges treffen.

Die Geschwindigkeitslinie ist für die gezeichnete Strecke unter Verwendung der in Fig. 298 dargestellten Schaulinien für eine Grundgeschwindigkeit von 90 km/St. entwickelt.

In Fig. 314 ist für jeden Punkt der Strecke die Fahrgeschwindigkeit, ferner der Bahnwiderstand und die Motorzugkraft aufgetragen, welche der betr. Fahrgeschwindigkeit entsprechen.

Auf dem wagrechten Streckenabschnitt l_1 überwiegt die vom Motor aufgewendete Zugkraft p den Zugwiderstand w und leistet Beschleunigungsarbeit bis der Zugwiderstand mit wachsender Geschwindigkeit der mit zunehmender Drehzahl abnehmenden Zugkraft in Punkt (1) gleichkommt. Die vom Motor aufgewendete Beschleunigungsarbeit entspricht der Fläche I.

Auf der Steigung l_2 verzögert sich die Bewegung, da der Zugwiderstand $(w + s + r)$ die bei dem Übergang aus Strecke l_1 wirksame Zugkraft p um $(s + r)$ kg übersteigt; der fehlende Teil an Zugkraft wird durch die kinetische Energie des Zuges ersetzt bis in Punkt (2) wieder Gleichgewicht zwischen der mit abnehmender Drehzahl wachsenden Zugkraft und dem Zugwiderstand eingetreten ist. Im wagrechten Abschnitt l_3 tritt wieder eine Beschleunigung der Bewegung ein, bis auf dem Gefälle von $10‰$ des Abschnitts l_4 in Punkt (3) die auf diesem Gefälle zulässige Höchstgeschwindigkeit von 85 km/St. erreicht ist.

Zwischen Punkt (3) und dem Ende des Abschnitts l_4 tritt eine überschüssige Zugkraft $z = Sr - w$ auf, welche zur Erzeugung nutzbaren Stromes durch die Motoren ausgenutzt werden kann.

Bei dem Übergang in den wagrechten Abschnitt l_5 bewirkt die Motorzugkraft, welche bei 85 km/St den Zugwiderstand auf der Wagrechten übersteigt, eine Beschleunigung der Bewegung bis in Punkt (4) bei einer Geschwindigkeit von 90 km/St wieder der Gleichgewichtszustand erreicht ist. Nach kurzem mit dieser Geschwindigkeit zurückgelegten Wege werde ausgeschaltet und nach weiterem kurzen Auslaufwege die Bremsung eingeleitet.

Die nach dem Abschalten der Motoren bis zum Anhalten des Zuges in Punkt (5) noch auftretende Zugwiderstandsarbeit wird aus der kinetischen Energie des Zuges gedeckt.

Das Ausmaß der Flächen II, III und IV bestätigt nun die Annahme über den Ausgleich der kinetischen Energie und der Zugwiderstandsarbeit bei wechselnder Geschwindigkeit.

Es ist nämlich Fläche II = Fläche (III + IV).

Von der durch die Motoren geleisteten Arbeit ist daher nur der Teil der Beschleunigungsarbeit verloren, welcher bei der Bremsung in Wärme umgesetzt wird.

Die Beschleunigungs- und Verzögerungsarbeiten hingegen, welche bei Neigungswechseln die Zugwiderstandsarbeit vermehren, bzw. vermindern, können für die Arbeitsberechnung außer Betracht gelassen werden.

Für das Anfahren eines Zuges ist demnach diejenige Arbeitsmenge der Zugwiderstandsarbeit hinzuzurechnen, welche bei Beginn der Bremsung im Zuge als kinetische Energie aufgespeichert war.

Diese Arbeit mußte auf der mit Strom befahrenen Strecke dem Zuge außer der Zugwiderstandsarbeit zugeführt werden und läßt sich für jedes Anhalten berechnen.

Für die rechnerische Behandlung kann nun die für Beschleunigung notwendige Arbeit der Zugkraftarbeit gleich gesetzt werden, welche zur Überwindung einer Steigung aufzuwenden ist.

Die Höhe der Steigung entspricht dem in der Hydraulik vielfach gebrauchten Begriff der »Geschwindigkeitshöhe« und berechnet sich für Zugbeförderung aus:

$$\left.\begin{aligned} Q \cdot h_v &= \frac{1}{2}\,\frac{Q'}{g}\left(\frac{v}{3{,}6}\right)^2 \text{ zu } h_v = \frac{1}{2}\left(\frac{v}{3{,}6}\right)^2 \cdot \frac{Q'}{Q} \cdot \frac{1}{g} \\ &= 0{,}00394\,\frac{Q'}{Q} \cdot v^2 \end{aligned}\right| \quad (12)$$

wenn h_v die Geschwindigkeitshöhe für die in km/St. ausgedrückte Geschwindigkeit v und Q' das unter Berück-

sichtigung der in drehender Bewegung befindlichen Massen berechnete Beschleunigungsgewicht bezeichnet.

Die zwischen zwei Haltepunkten aufzuwendende Beschleunigungsarbeit kann somit dadurch berücksichtigt werden, daß die Geschwindigkeitshöhe, welche der Fahrgeschwindigkeit am Beginn des Auslaufweges entspricht, der Steigungshöhe zugerechnet wird.

Berechnungswiderstand und Berechnungslänge.

Für die rechnerische Ermittlung der Zugbeförderungsarbeit, die zunächst ohne Berücksichtigung der aus Gefällen zurückzugewinnenden Arbeitsmengen festgestellt werden soll, lassen sich im Anschlusse an die vorausgegangenen Betrachtungen folgende Grundsätze aufstellen:

1. Die Anfahrarbeit läßt sich dadurch berücksichtigen, daß angenommen wird, die Lokomotive habe auf der unter Stromentnahme zu befahrenden Strecke außer dem Strecken- und Bahnwiderstand noch eine der Geschwindigkeitshöhe h_v entsprechende Steigung zu überwinden. Die auf 1 km Streckenlänge bezogene Geschwindigkeitshöhe kann als Beschleunigungswiderstand betrachtet werden, welcher, in kg/t gemessen, in jedem Augenblick der in Fig. 314 mit f bezeichneten Beschleunigungskraft gleichkommt. Die Fahrgeschwindigkeit entspricht dann in jedem Augenblick jener Beharrungsgeschwindigkeit, welche bei einem um den Beschleunigungswiderstand vermehrten Streckenwiderstand auftreten würde.

Die rechnerisch zu verwertende Summe aus beiden Widerständen werde als »Berechnungswiderstand« bezeichnet, der als Augenblickswert durch die Summe: $(s + r + f)$ gegeben ist.

Die gesamte Zugbeförderungsarbeit kann daher für die rechnerische Behandlung als Zugwiderstandsarbeit betrachtet werden, wenn für die unter Stromentnahme befahrene Strecke der »Berechnungswiderstand« eingeführt wird.

2. In die Berechnung der Zugwiderstandsarbeit läßt sich nach den vorausgegangenen Betrachtungen für eine Strecke wechselnder Neigung dann der auf den Mittelwert des Streckenwiderstandes bezogene Arbeitsverbrauch a_m einführen, wenn die für 1 t/km aufzuwendende Arbeit annähernd in linearem Verhältnis mit dem Streckenwiderstand zu- und abnimmt.

Diese Bedingung ist bei den nach Fig. 309 bis 311 angenommenen Zugkraftverhältnissen der Lokomotiven, wie aus dem Verlauf der Schaulinien der Fig. 312 ersichtlich, für Streckenwiderstände zwischen $-5\,^0/_{00}$ und $+10\,^0/_{00}$ annähernd erfüllt. Innerhalb dieser Grenzen können daher Streckenabschnitte verschiedener Neigung, welche unter Strom befahren werden, zu einem Berechnungsabschnitt mit einem auf den ganzen Abschnitt zu beziehenden Widerstandsmittelwert zusammengefaßt werden. Die Streckenabschnitte, welche unter Stromentnahme befahren werden, ergeben sich als Restlänge, wenn von der Streckenlänge l die Auslauf- und Bremswege, ferner die Längen jener Gefälle in Abzug gebracht werden, welche ohne Verbrauch elektrischer Arbeit zurückgelegt werden.

Während nun die Längen dieser Gefälle für jeden Berechnungsabschnitt durch die Streckenverhältnisse festgelegt sind, wird die Gesamtlänge der Auslauf- und Bremswege in der Hauptsache durch die Zahl der Haltepunkte und durch die Fahrgeschwindigkeiten bestimmt, welche für die einzelnen Zuggattungen in Betracht kommen.

Der Einfluß der Auslauf- und Bremswege auf den Arbeitsbedarf wurde daher im Zusammenhang mit der Berechnung der Anfahrarbeit bei der Aufstellung des »Berechnungswiderstandes« berücksichtigt.

Bei der Festsetzung der »Berechnungslängen« dagegen wurden lediglich die Längen l_e jener Gefälle von der Streckenlänge der einzelnen Abschnitte in Abzug gebracht, welche ohne Stromentnahme befahren werden können; als solche wurden in Betracht gezogen:

für Güterzüge die Gefälle, deren Neigung $5\,^0/_{00}$ übersteigt;

für Personen- und Schnellzüge die Gefälle mit Neigungen über $8\,^0/_{00}$;

für Lokalbahnzüge die Gefälle mit Neigungen über $3.5\,^0/_{00}$.

Die Berechnungslänge ist hiernach bestimmt durch den Ausdruck:

$$l_r = l - l_e.$$

In der Berechnungslänge sind jene Teile der Gefälle l_e nicht enthalten, auf welchen der Zug unter Stromentnahme beschleunigt wird. (In Fig. 314 beispielsweise der Teil zwischen dem Beginn des Streckenabschnittes l_4 und Punkt [3].) Diese Teile können jedoch außer Betracht bleiben, da auf denselben die Zugwiderstandsarbeit durch das Gefälle geleistet wird, während die Beschleunigungsarbeit, soweit dieselbe nicht als Zugwiderstandsarbeit zurückgenommen wird, durch die Bemessung der Anfahrarbeit nach der vor Beginn des Auslaufweges vorhandenen Endgeschwindigkeit berücksichtigt ist.

Wird der auf die Berechnungslänge l_r bezogene Mittelwert des Berechnungswiderstandes mit w_r bezeichnet, so ist derselbe durch die Beziehung gegeben:

$$w_r = \frac{h_r + h_k + h_v}{l_r} \text{ kg/t}; \quad . \quad . \quad (13)$$

hier bedeutet:

h_r den auf die Berechnungslänge l_r treffenden Höhenunterschied,

h_k die Widerstandshöhe, welche dem auf die Berechnungslänge treffenden Krümmungswiderstand gleichwertig ist ($h_k = l_r \cdot r_m$),

h_v eine Geschwindigkeitshöhe für den Streckenabschnitt l_1, durch die Höhe h_v wird die Beschleunigungsarbeit (Fläche I der Fig. 314) mit jenem Betrag berücksichtigt, der nach Abzug der Arbeitsmenge verbleibt, welche durch Aufnahme der Auslauf- und Bremswege in die Berechnungslänge l_r bereits berücksichtigt ist.

Die Einzelwerte, welche für die Bestimmung der Berechnungslängen- und Widerstände, sowie des auf ein t/km treffenden Arbeitsverbrauches von Bedeutung sind, wurden durch die Fig. 315 u. 316 in Schaulinienform zusammengefaßt.

Zur Berechnung der Geschwindigkeitshöhen h_v sind in der Fig. 315 für die verschiedenen Zuggattungen Rechnungswerte c_r angegeben, welche in Abhängigkeit von dem mittleren Streckenwiderstand die Geschwindigkeitshöhe für 1 km Streckenlänge darstellen. Es ist daher $h_v = l \cdot c_r$ zu setzen. Die Gleichung (13) läßt sich unter Verwendung dieser Beziehung in die Form bringen:

$$w_r = \frac{h_r}{l_r} + \frac{h_k}{l_r} + \frac{h_v}{l_r} = s_r + r_r + c_r \cdot \frac{l}{l_r}, \quad (13a)$$

wenn die mit Beiziffer r bezeichneten Werte des Steigungs- und Krümmungswiderstandes den auf die Berechnungslänge l_r bezogenen Mittelwert darstellen.

Bei Aufstellung der Rechnungswerte c_r wurde die Anfahrarbeit für gleichmäßige Haltepunktsentfernungen berechnet, welche den wirklichen Durchschnittswerten auf längeren bayerischen Strecken entsprechen. Hiernach ist für Schnellzüge eine durchschnittliche Entfernung

liche Entfernung zwischen den Haltepunkten von 25 km, für Personenzüge eine Durchschnittsentfernung von 4,5 km in Ansatz gebracht; unter der Voraussetzung, daß von den Güterzügen nur ein Teil, nämlich die sog. Unterwegsgüterzüge auf allen Stationen halten, während die Güterzüge mit durchgehenden Ladungen auf größere Strecken durchfahren, wurde für Güterzüge im allgemeinen 10 km als durchschnittlicher Abstand zwischen den Haltepunkten angenommen.

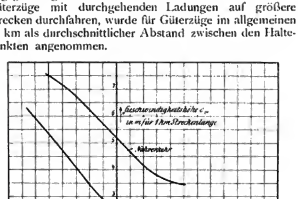


Fig. 315.

Für den Nahverkehr ist ein Anhalten der Züge auf durchschnittlich 2,25 km, für den Nebenbahnverkehr auf durchschnittlich 3,0 km, entsprechend den einschlägigen Haltepunktsentfernungen, vorausgesetzt. Als Endgeschwindigkeit wurde für Schnellzüge, für Güterzüge und für Lokalbahnzüge die dem Streckenwiderstand entsprechende Beharrungsgeschwindigkeit eingeführt; für Personenzüge, bei denen infolge der kurzen Haltepunktsentfernungen die Beharrungsgeschwindigkeit gewöhnlich nicht erreicht wird, wurden die Endgeschwindigkeiten für verschiedene Fälle nach dem eingangs entwickelten zeichnerischen Verfahren ermittelt und hiernach Durchschnittswerte für die einzelnen Streckenwiderstände aufgestellt. Die Längen der Auslauf- und Bremswege wurden auf Grund der Annahme bestimmt, daß von dem Zeitpunkt ab, in welchem der Führer vor einer Haltestelle den Strom ausschaltet, bis zum Anhalten des Zuges unter Einrechnung des Bremsweges bei Schnell- und Eilzügen eine durchschnittliche Verzögerung von 0,2 m/sec^2, bei Personenzügen eine Verzögerung von 0,15 und bei Güterzügen eine durchschnittliche Verzögerung von 0,1 m/sec^2 stattfindet. Für Nahzüge wurde eine durchschnittliche Verzögerung von 0,3, für Lokalbahnzüge von 0,2 m/sec^2 angenommen.

Die nach den angegebenen Gesichtspunkten berechneten Werte c_e[1]) wachsen mit der Größe der erreichten Endgeschwindigkeit, werden aber um so kleiner, je größer die Strecke ist, auf welche sich die Beschleunigungsarbeit verteilt. Sie fallen daher für Nahzüge, bei welchen die Anfahrarbeit auf Strecken von nur 0,225 km bezogen ist, größer aus als für Personenzüge und werden für Schnellzüge trotz der höheren Fahrgeschwindigkeiten verhältnißmäßig klein, da für diese Haltepunktsentfernungen von 25 km in Betracht kommen.

Die Schaulinien, welche die Geschwindigkeitshöhen c_e über den auf die Länge l_e bezogenen Streckenwiderstand darstellen, erreichen einen Höchstwert über jenen Gefällen, auf welchen die höchsten Geschwindigkeiten erreicht werden, ohne daß die Stromzufuhr entbehrt werden kann.

Auf Gefällen, welche die gesamte für das Anfahren in Betracht zu ziehende Beschleunigungskraft ohne Inanspruchnahme der Motoren liefern, wird $c_e = 0$. Desgleichen auf Steigungen, für welche der Arbeitsbetrag, welcher den in die Berechnungslänge aufgenommenen Auslauf- und Bremswegen entspricht, der Anfahrarbeit gleichkommt.

Ist auf Grund der Streckenverhältnisse und der Schaulinien der Fig. 315 der Berechnungswiderstand festgestellt, so läßt sich aus den Schaulinien der Fig. 316 der Arbeitsverbrauch a_r für ein t/km der angehängten Last, in der Figur mit »Nutzfahrleistung« bezeichnet, für die verschiedenen Zuggattungen entnehmen und hierauf durch die Gleichung (2)

$$A = a_r \cdot l_r \cdot N$$

der Verbrauch für einen Streckenabschnitt bestimmen.

Die in Fig. 316 dargestellten Werte des Arbeitsverbrauches für 1 t/km sind aus den Schaulinien der Fig. 312 mit Hilfe der Gleichung (2) entwickelt unter der Annahme, daß diese Schaulinien für Streckenwiderstände zwischen $-5\,^0/_{00}$ und $+10\,^0/_{00}$ annähernd durch gerade Linien ersetzt werden können. Für jene unter

---

[1]) Anmerkung. Die Festsetzung des Wertes c_e gestaltet sich beispielsweise bei Personenzügen für eine Haltepunktsentfernung von 4,5 km auf wagrechter, gerader Strecke folgendermaßen:

Da $l_e = 0$, so ergibt sich die Berechnungslänge zu $l_r = l - l_e = 4{,}5$ km; die Endgeschwindigkeit, welche auf der Wagrechten bei $l_r = 4{,}5$ km erreicht wird, beträgt nach zeichnerischer Ermittlung für eine Lokomotive, deren Zugkraftverhältnisse der Fig. 310 entsprechen, unter Ausnutzung der bei 75 km Grundgeschwindigkeit (320 t Anhängelast) für 1 t in Betracht kommenden Zugkräfte, 64 km pro St.; die Länge des Auslauf- und Bremsweges beträgt bei einer gleichmäßigen Verzögerung $\gamma = 0{,}15$ m/sec^2

$$l_v = \frac{1}{2} \cdot \frac{v^2}{(3{,}6)^2} \cdot \frac{1}{\gamma} = 0.2573 \cdot v^2 = 1{,}1 \text{ km};$$

Die unter Stromentnahme zu befahrende Länge, auf der die Beschleunigungsarbeit zu leisten ist, beträgt $l - l_e - l_v = 4{,}5 - 1{,}1 = 3{,}4$ km.

Auf 1 km trifft daher (vgl. Gleichung (12) eine Geschwindigkeitshöhe:

$$h_v = \frac{0{,}00394 \cdot \frac{Q'}{Q} \cdot v^2}{l - l_v} = \frac{18{,}9}{3{,}4} = 5{,}5 \text{ m},$$

wenn $\frac{Q'}{Q} = 1{,}1$ und $v = 64$ km/St. angenommen wird.

Der auf die Länge $(l - l_v)$ bezogene Berechnungswiderstand ist daher zu $5{,}5\,^0/_{00}$ anzunehmen, und dementsprechend ergibt sich die für 1 t/km beanspruchte Arbeit nach Fig. 316 zu 47,5 W.St.

Wird nun an Stelle des unter Stromentnahme befahrenen Weges $(l - l_e)$ die Berechnungslänge l_r in die Rechnung eingeführt, so kommt als Arbeitsverbrauch für 1 km der Wert $47{,}5 \cdot \frac{(l - l_e)}{l_r} = 47{,}5 \cdot \frac{3{,}4}{4{,}5} = 35{,}7$ W.St. in Betracht.

Dieser Wert entspricht nach Fig. 316 einem Berechnungswiderstand von 2,45 kg/t.

Da nun nach Gleichung (13a) $c_e \cdot \frac{l}{l_r} = w_r - (s_r + r_r)$, so ergibt sich für $(s_r + r_r) = 0$ und $l = l_r$: $c_e = w_r = 2{,}45$ kg/t (vgl. Fig. 315).

Stromentnahme zu befahrenden Streckenabschnitte aber, welche andere Neigungen aufweisen, muß der Berechnungswiderstand im einzelnen aufgestellt, die notwendige

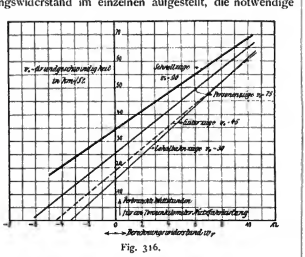


Fig. 316.

Zugkraft aus den Zugkraftdarstellungen der Lokomotiven entnommen und mit Hilfe der gewonnenen Werte der Arbeitsbedarf im einzelnen aus der Gleichung (2) ermittelt werden.

Arbeitsverbrauch für die mit der Zugbeförderung verbundenen Nebenleistungen.

Außer den Streckenleistungen ist in den Arbeitsverbrauch für Zugbeförderung noch der Stromverbrauch für die Erzeugung der Druckluft einzubeziehen, welche zum Betrieb der Westinghouse-Bremse notwendig wird, ferner für die Beleuchtung und Beheizung der Züge, sowie der Verlust, welcher in den Fahrdrahtleitungen und Schienen durch die Übertragung der elektrischen Arbeit von den Speisepunkten zu den Lokomotiven entsteht, endlich der Arbeitsverbrauch für den Verschubdienst auf größeren Bahnhöfen.

Arbeitsverbrauch für das Bremsen.

Für eine mittels der Westinghouse-Bremse ausgeführte Bremsung sind auf eine Wagenachse einschließlich der Verluste in den Leitungen rd. 3,5 l Druckluft von 5 kg/qcm Überdruck zu rechnen.

Die Erzeugung dieser Druckluftmenge durch eine elektrisch betriebene Druckpumpe, welche auf der Lokomotive unterzubringen ist, erfordert an der Hochspannungsseite des Transformators einen Aufwand von etwa 6,5 W.St.; auf 1 t Wagengewicht treffen daher unter Annahme einer mittleren Achslast von 7,5 t: $\frac{6,5}{7,5} = 0,866$ W.St. Da bei Schnell- und Eilzügen einschl. der Lokomotive ca. 90% des Zuggewichtes, bei Personenzügen ca. 80% des Zuggewichtes als Bremslast in Betracht kommt, ergibt sich der Verbrauch für einmalige Bremsung unter Berücksichtigung der auf S. 270 angeführten Verhältniswerte zwischen Zuggewicht und Lokomotivgewicht bei Schnellzügen zu:

$0,9 \cdot 0,866 \cdot 1,3 = 1$ W.St./t Wagengewicht,

bei Personenzügen zu:

$0,8 \cdot 0,866 \cdot 1,25 = 0,866$ W.St./t Wagengewicht.

Da für Personenzüge in Bayern durchschnittlich auf 4,5 km ein Anhalten des Zuges trifft, so wird unter der ungünstigen Annahme, daß ein dreimaliges Anlegen der Bremsen notwendig ist, bis der Zug zum Stehen kommt, für ein Tonnenkilometer ein Verbrauch von $\frac{0,866 \cdot 3}{4,5} = 0,58$ W.St. auftreten.

Dieser Wert beträgt $\frac{0,58 \cdot 100}{41,75} = 1,4\%$ des Arbeitsverbrauchs, welcher an Zugbeförderungsarbeit durchschnittlich für ein t/km im Personenzugsverkehr aufzuwenden ist, wie später gezeigt werden wird.

Wird für Eil- und Schnellzüge auf je 25 km ein fünfmaliges Anlegen der Bremsen angenommen, wobei auch Geschwindigkeitsermäßigungen während der Fahrt mit inbegriffen sind, so ergibt sich für ein Tonnenkilometer ein Verbrauch $\frac{1,0 \cdot 5}{25} = 0,2$ W.St. bzw. $0,5\%$ der durchschnittlichen Zugbeförderungsarbeit.

Arbeitsverbrauch für Zugbeleuchtung.

Der Anteil, welchen die elektrische Zugbeleuchtung am Stromverbrauch für Zugbeförderung nimmt, läßt sich gleichfalls durch Umrechnung auf den Verbrauch für ein t/km der Größenordnung nach überblicken.

Die Beleuchtung der Züge ist von der Zahl und Art der Sitzplätze und deren Verteilung in den Zügen abhängig.

Als Bruttogewicht trifft bei neuen Wagen auf

einen Sitzplatz	I. Kl. etwa	1200 kg		
»	II. »	750	»	im Schnell- und Personenzugsverkehr
»	III. »	400	»	
	und	300	»	im Nahverkehr.

Auf einen Sitzplatz in Lokalbahnzügen treffen 230 kg.

Das Verhältnis der Platzzahlen für I. Kl., II. Kl. und III. Kl. kann im Durchschnitt für Schnell- und Eilzüge wie 1 : 3 : 6 bis 8, für Personenzüge mit II. Kl. und III. Kl. wie 1 : 8 angenommen werden.

Der Anteil des Gewichts der Personenwagen an dem Gewichte des Wagenzuges beträgt durchschnittlich

für Schnell- und Eilzüge	. . .	85%
» Personenzüge	. . . . .	70%
» Nahzüge	. . . . .	100%
» Lokalbahnzüge	. . . . .	38%.

In Prozenten entfallen somit auf 1 t Zuggewicht ausschl. der Lokomotive:

bei Schnellzügen	.	17%	auf	I. Klasse
» »	.	32%	»	II. »
» »	.	36%	»	III. »
» »	.	15%	»	Gepäckwagen
» Personenzügen		14%	»	II. Klasse
» »		56%	»	III. »
» »		30%	»	Eilfracht- und Gepäckwagen
in Lokalbahnzügen		38%	»	II. und III. Klasse
		62%	»	Güterwagen.

In den Anteilzahlen der III. Klasse sind die Postwagen einbezogen.

Bei ausgiebiger Beleuchtung sind anzunehmen:

in III. Kl. auf 8 Plätze 72 Watt Arbeitsverbrauch, somit auf 1 Sitzplatz 9 W und auf 1 t 23 W,
» II. » auf 6 Plätze 105 W Arbeitsverbrauch, somit auf 1 Sitzplatz 17,5 W und auf 1 t 23 W,
» I. » auf 4 Plätze 120 W Energieverbrauch, somit auf 1 Sitzplatz 30 W und auf 1 t 25 W,

im Nahverkehr auf 10 Plätze 60 W Arbeitsverbrauch, somit auf 1 Sitzplatz 6 W und auf 1 t 20 W.

Unter Berücksichtigung der Reisegeschwindigkeit und der angegebenen Anteilwerte der Klassenabteile an den

Zuggewichten wird während der Nachtzeit für Beleuchtung verbraucht:
in Schnellzügen und Eilzügen: $\frac{1}{60} \cdot 23{,}5 \cdot 0{,}85 = 0{,}33$ W.St. auf ein t/km oder $0{,}8\%$ der durchschnittlichen Zugbeförderungsarbeit; in Personenzügen: $\frac{1}{30} \cdot 23 \cdot 0{,}7 = 0{,}54$ W.St. auf ein t/km oder $1{,}3\%$ der durchschnittlichen Zugbeförderungsarbeit; im Nahverkehr: $\frac{1}{30} \cdot 22 \cdot 1 = 0{,}66$ W.St. auf ein t/km oder $1{,}25\%$ der durchschnittlichen Zugbeförderungsarbeit; in Lokalbahnzügen: $\frac{1}{20} \cdot 2{,}3 \cdot 0{,}38 = 0{,}44$ W.St. auf ein t/km oder $1{,}3\%$ der durchschnittlichen Zugbeförderungsarbeit.

Dieser Verbrauch, der übrigens nur zur Nachtzeit auftritt, bewegt sich somit in Größen, welche nur geringe Bruchteile der Fahrleistung betragen. Das Verhältnis wird auch nicht wesentlich verschoben, wenn die elektrische Beleuchtung mit besonderen Dynamos und Batterien hergestellt wird.

Leitungsverlust im Fahrdraht und in den Schienen.

Bedeutender ist der Anteil des Verlustes, welcher in Fahrdraht und Schienen zwischen den Speisepunkten und Lokomotiven erwächst. Dieser Verlust ändert sich mit der Entfernung von den Speisepunkten sowie mit der Belastung der ganzen Strecke und kann bis zu 15% des Gesamtverbrauches betragen.

Zusammenfassung.

Für die Bemessung des Arbeitsverbrauches an den Speisepunkten wurden daher zur Berücksichtigung des Verbrauches für das Bremsen und Beleuchten der Personen- und Schnellzüge, zur Berücksichtigung des zwischen den Lokomotiven und den Speisepunkten entstehenden Leitungsverlustes, ferner auch zur Berücksichtigung der Arbeit, welche auf Zwischenstationen durch Zuglokomotiven für den Verschubdienst zu leisten ist, ein gemeinsamer Zuschlag in der Höhe von 10% des Arbeitsverbrauches für die Fahrleistungen dieses letzteren zugerechnet. Die unter Einrechnung dieses Verlustes ermittelten Werte sind in der Studienkarte Tafel II für die einzelnen Rechnungsabschnitte vorgetragen.

Für jeden Streckenabschnitt ist in Bruchform der tägliche, für einen Julitag des Jahres 1906 berechnete Arbeitsbedarf in KW.St. und die Länge des Abschnittes in km eingeschrieben.

Zur annähernden Feststellung der Speisepunktsbelastungen wurde angenommen, daß die Fahrleitungen in Teilstrecken unterteilt werden, deren Abgrenzung in Tafel II für die einzelnen Streckenabschnitte durch Teilstriche angegeben ist. Die endgültige Festsetzung der Lage der Trennpunkte müßte jedoch nach Sache einer genauen Untersuchung jeder einzelnen Strecke sein.

Das für einen Speisepunkt in Betracht kommende Belastungsgebiet ist dann durch die Gesamtheit der Teilstrecken gekennzeichnet, welche sich unmittelbar an die Speisepunkte anschließen. Die auf die einzelnen Speisepunkte entfallenden KW.St. sind in einer Tabelle zusammengestellt.

Beheizung der Züge.

Die Beheizung der Züge durch elektrischen Strom bedingt einen nicht unerheblichen Aufwand von Arbeit.

Für die Berechnung ist vorausgesetzt, daß die elektrische Arbeit in Heizkörpern, welche ähnlich wie Dampfheizrohre unter den Sitzplätzen angeordnet werden, in Wärme umgesetzt wird.

Als Heizeinheit wurde ein Heizkörper angenommen, welcher bei einem Verbrauche von etwa 1 KW.St. 800 Kal. abzugeben vermag.

Diese Leistungsfähigkeit entspricht der Wirkung eines glatten Dampfrohres von etwa 1 qm Oberfläche.

Der Strom wird auf der Lokomotive auf Niederspannung umgeformt und den Heizeinrichtungen mit durchgehenden Kabelleitungen zugeführt.

Es treffen nun in I. Kl. auf 1 Sitzplatz 0,5 Heizeinheiten bzw. 0,417 Heizeinheiten für 1 t Wagengewicht, in II Kl. auf 1 Sitzplatz 0,33 Heizeinheiten bzw. 0,444 Heizeinheiten für 1 t Wagengewicht, in III. Kl. auf 1 Sitzplatz 0,125 Heizeinheiten bzw. 0,313 Heizeinheiten für 1 t Wagengewicht, im Nahverkehr auf 1 Sitzplatz 0,1 Heizeinheiten bzw. 0,333 Heizeinheiten für 1 t Wagengewicht.

Unter Berücksichtigung der auf S. 281 gegebenen Zusammensetzung der Züge sind auf 1 t Zuggewicht (ausschl. der Lokomotive) zu rechnen: bei Schnell- und Eilzügen: $0{,}17 \cdot 0{,}417 + 0{,}32 \cdot 0{,}444 + 0{,}36 \cdot 0{,}313 = 0{,}325$ Heizeinheiten; bei Personenzügen: $0{,}14 \cdot 0{,}444 + 0{,}56 \cdot 0{,}313 = 0{,}237$ Heizeinheiten; im Nahverkehr: 0,333 Heizeinheiten.

Wird nun bei Schnell- und Eilzügen die Heizzeit für 1 km Fahrt einschließlich des Vorheizens zu $\frac{1}{45}$ St., bei Personenzügen zu $\frac{1}{25}$ St. und im Nahverkehr zu $\frac{1}{30}$ St., ferner der Wirkungsgrad für Übertragung und Umformung des notwendigen Stromes von den Speisepunkten bis zum Heizkörper im Durchschnitt zu 90% angenommen, so ergibt sich als Arbeitsverbrauch für die Heizung für 1 t/km:

bei Schnell- und Eilzügen $\frac{1}{45} \cdot \frac{0{,}325}{0{,}90} = 0{,}009$ KW.St.
» Personenzügen . . $\frac{1}{25} \cdot \frac{0{,}237}{0{,}9} = 0{,}011$ »
im Nahverkehr . . . . $\frac{1}{30} \cdot \frac{0{,}333}{0{,}95} = 0{,}012$ »

Da in den Wintermonaten das Verhältnis zwischen den in t/km ausgedrückten Fahrleistungen der Schnellzüge, Personen- und Nahzüge annähernd konstant bleibt (nämlich 32 : 63 : 5), so ergibt sich als Mittelwert für Beheizung der Hauptbahnzüge ein Verbrauch von 10,5 W.St. für einen tkm.

In Lokalbahnzügen treffen auf 1 Sitzplatz durchschnittlich 0,125 Heizeinheiten, somit auf 1 t Wagengewicht durchschnittlich 0,545 Heizeinheiten. Die Heizzeit für 1 km Fahrt beträgt bei der durchschnittlichen Reisegeschwindigkeit im Lokalbahnverkehr von 20 km/St. und unter Berücksichtigung entsprechender Vorheizung der Züge: $\frac{(60 + 15)}{20} \cdot \frac{1}{60} = \frac{1}{16}$ St. Der auf 1 tkm bezogene Verbrauch für Beheizung der Lokalbahnzüge wird daher $\frac{1}{16} \cdot \frac{0{,}38 \cdot 0{,}545}{0{,}9} = 14{,}5$ W.St.

Der Arbeitsverbrauch für Beheizung wurde hiernach unter der Annahme aufgestellt, daß die Heizeinrichtungen in den Monaten Dezember, Januar und Februar mit der vollen Leistungsfähigkeit, im November und März mit 80% und im Oktober und April mit etwa 30% beansprucht werden. Die ermittelten Werte, liegen zwischen $4{,}6\%$ und $16{,}5\%$ der gesamten Zugbeförderungsarbeit der betr. Monate und sind in Fig. 317, welche eine Übersicht über den gesamten Jahresbedarf an elektrischer Arbeit für die rechtsrheinischen bayerischen Eisenbahnen bietet, durch besondere Schraffur hervorgehoben.

Fig. 317. Übersicht über den durchschnittlichen, täglichen Arbeitsbedarf in den einzelnen Monaten des Jahres 1906.

Arbeitsverbrauch für den Verschubdienst.

Der Arbeitsverbrauch für den Verschubdienst, welcher durch besondere Lokomotiven abgewickelt wird, kann nach dem durchschnittlichen Kohlenverbrauch dieser Lokomotiven bemessen werden, da die im Verschubgeschäft auftretenden Fahrgeschwindigkeiten für elektrischen Betrieb dieselben sind, wie bei Dampfbetrieb.

Der Kohlenverbrauch einer Verschublokomotive kann unter Einrechnung des Materials für das Anheizen des Kessels zu 2,0 kg für eine PS.St. angenommen werden.

Dementsprechend berechnet sich die elektrische Arbeit, welche dem Aufwand eines kg Kohle entspricht,

$$\text{zu } \frac{0{,}736}{2{,}0 \cdot 0{,}7} = 0{,}53 \text{ KW.St.},$$

wenn für elektrische Verschubmaschinen als Gesamtwirkungsgrad zwischen der am Speisepunkt in den Fahrdraht und die Schienen eingeleiteten elektrischen Arbeit und der nutzbar am Triebrad auftretenden mechanischen Arbeit 0,7 vorausgesetzt wird.

Auf Grund der statistischen Angaben über den Kohlenverbrauch der Verschublokomotiven ist hiernach der Arbeitsverbrauch bei elektrischem Betrieb ermittelt. Die Ergebnisse für einen Tag des Monat Juli sind in der Studienkarte Tafel II in eckiger Klammer den Speisepunkten beigefügt. Der monatliche Bedarf für den Verschubdienst und dessen Verhältnis zu der Gesamtleistung für Zugbeförderung kann aus Fig. 317 ersehen werden.

Ausnutzung der Gefälle für Rückgewinn von Arbeit.

Beim Befahren eines Gefälles wird der Zugwiderstand um die in die Fahrtrichtung fallende Teilkraft der Schwere vermindert. Diese Teilkraft entspricht bei einem Gefälle von $s\,^0/_0$ für 1 Tonne s kg Zugkraft.

Übersteigt die Teilkraft der Schwere die Summe aus dem Krümmungswiderstand und dem von der Geschwindigkeit abhängigen Bahnwiderstand, so tritt eine Beschleunigungskraft auf, welche die Geschwindigkeit des Zuges soweit steigern würde, bis Gleichgewicht zwischen Widerstand und Zugkraft erreicht wäre.

Für die Höchstgeschwindigkeiten, welche durch die Eisenbahnbau- und Betriebsordnung vorgeschrieben sind, tritt dieser Gleichgewichtszustand bei den auf S. 276 angegebenen Grenzgefällen ein (vgl. Fig. 312).

Auf Gefällen größerer Neigung tritt daher ein Überschuß an Schwerkraftarbeit auf, welcher unter bestimmten Voraussetzungen in elektrische Arbeit umgewandelt und nutzbar an das Fahrdrahtnetz abgegeben werden kann.

Die Triebmotoren müssen zu diesem Zwecke so gebaut sein, daß dieselben bei entsprechender Schaltung als Generatoren wirken und mit Hilfe der Leistungstransformatoren bei den in Betracht kommenden Fahrgeschwindigkeiten Strom unter Fahrdrahtspannung mit entsprechender Polwechselzahl an das Netz zurückgeben können.

Aus den Geschwindigkeiten, welche nach Maßgabe der Eisenbahnbau- und Betriebsordnung § 66 Ziff. 3 von Zügen mit durchgehender Bremse eingehalten werden müssen, lassen sich für die einzelnen Zuggattungen die entsprechenden Bahnwiderstände berechnen.

Als Differenz zwischen den Gefällswerten und den Bahnwiderständen ergibt sich dann die Größe der überschüssigen Zugkraft $z = s - w = r$.

Wenn nun der Wirkungsgrad zwischen der auf den Schwerpunkt des Zuges bezogenen Schwerkraftarbeit und der im Motor umgesetzten, an den Fahrdraht abgegebenen elektrischen Arbeit zu 0,7 angenommen wird, so wird die rückgewinnbare elektrische Arbeit für 1 t Wagengewicht und 1 km Strecke:

$$a_r = (s - r - w) \cdot \eta \cdot \frac{736}{75} \cdot 1000 \cdot \frac{1}{3600} \cdot \frac{Q_1 + Q_2}{Q_2}$$

$$= 1{,}91 \cdot (s - r - w) \cdot \frac{Q_1 + Q_2}{Q_2} \text{ W.St.}$$

Hiernach sind die für ein t/km rückgewinnbaren Arbeitsmengen a_r für verschiedene Werte von $(s + r)$ berechnet und in Fig. 318 durch Schaulinien dargestellt.

Für einen Streckenabschnitt läßt sich die Arbeit, welche durch Ausnutzung der Gefälle zurückgewonnen werden kann, durch die Beziehung feststellen.

$$A_r = \frac{a_r}{1000} \cdot l_r \cdot N \text{ KW.St.},$$

wenn l_r die ausnutzbare Länge des Gefälles und N die auf einen Tag und 1 km bezogene Wagenlast bezeichnet. — Es sind hierbei nur diejenigen Gefällslängen für die

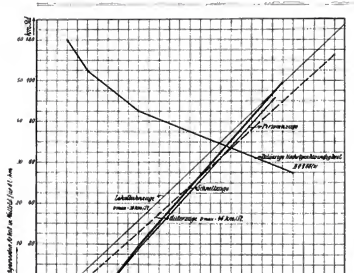


Fig. 318.

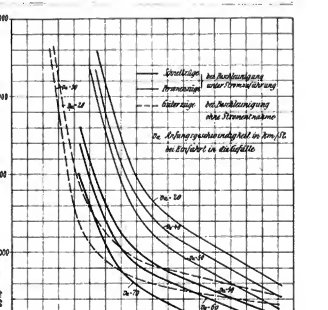


Fig. 319.

Rückgewinnung von Arbeit in Anrechnung gebracht, auf welchen keine Beschleunigungsarbeit mehr geleistet werden muß.

Für die Bestimmung dieser Längen bei Personen- und Schnellzügen wurde von der Voraussetzung ausgegangen, daß die Züge unter Stromzuführung bis zur Höchstgeschwindigkeit beschleunigt werden.

Die Beschleunigungswege, welche hiernach für Gefälle verschiedener Neigung in Betracht kommen, sind nach dem durch Fig. 298 gekennzeichneten Verfahren durch die Schaulinien der Fig. 319 wiedergegeben.

Für Gefälle, bei welchen nach Lage der Streckenverhältnisse die Einfahrt bereits mit der Höchstgeschwindigkeit angenommen werden muß, kommen sinngemäß keine Abzüge in Betracht.

Für Güterzüge und Lokalbahnzüge wurde angenommen, daß die Beschleunigung von 20 km Geschwindigkeit ab durch den Schwerkraftüberschuß selbst erfolge; die hierfür notwendigen Beschleunigungswege sind durch die punktierten Schaulinien der Fig. 319 dargestellt.

Die Ergebnisse der Rechnungen sind für die Hauptbahnlinien in der Zusammenstellung über den Arbeitsverbrauch der einzelnen Linien vorgetragen.

Außerdem ist der Rückgewinn an Arbeit für diejenigen Strecken, welche eine Gefällsausnutzung von 2‰ und darüber erzielen lassen, auf der Übersichtskarte Tafel II in Prozenten des Arbeitsverbrauches angegeben und in seinem Verhältnis zu dem gesamten Jahresbedarf dargestellt.

Berechnungs-Beispiel.

Zur Erläuterung des Verfahrens möge die Berechnung des Arbeitsverbrauches an einem Beispiel für die Strecke München—Starnberg durchgeführt werden.

Für die Rechnung sind alle auf die Hinfahrt bezüglichen Werte mit einem Strich, alle auf die Rückfahrt bezüglichen Werte mit einem Doppelstrich bezeichnet.

An einem Tag des Monat Juli 1906 wurden durchschnittlich mit Eil- und Schnellzügen befördert:

auf der Hinfahrt: $N' = 1820$ t;
» » Rückfahrt: $N'' = 2140$ t.

Die Streckenlänge München H.-B.—Starnberg beträgt $l = 27{,}9$ km; der Höhenunterschied zwischen München und Starnberg $586{,}68 - 520{,}38 = 66{,}3$ m.

Die Berechnungslänge ergibt sich aus der Streckenlänge durch Abzug der Gefälle mit einer Neigung von mehr als $8\,^0/_{00}$; für die Hinfahrt ist abzuziehen die Gefällslänge zwischen Mühlthal und Starnberg $l_g' = 3{,}44$ km mit einer Gefällshöhe $h_g' = 30{,}7$ m; die Berechnungslänge l_r' beträgt somit $l_r' = l - l_g' = 27{,}9 - 3{,}4 = 24{,}5$ km. Der auf die Berechnungslänge entfallende Höhenunterschied beträgt: $h_r' = h' + h_g' = 66{,}3 + 30{,}7 = 97$ m. Der auf die Berechnungslänge entfallende Krümmungswiderstand ergibt eine Widerstandshöhe $h_k' = 3{,}3$ m. Der mittlere Streckenwiderstand der Berechnungslänge wird hiernach:

$$(s+r)_r' = \frac{h_r' + h_k'}{l_r'} = \frac{97 + 3.3}{24{,}5} = 4{,}22\,^0/_{00}.$$

Für diesen Wert des mittleren, auf die Berechnungslänge bezogenen Streckenwiderstandes ergibt sich aus Fig. 315 als Geschwindigkeitshöhe zur Berücksichtigung der Anfahrarbeit $c_r' = 0{,}1$ m für 1 km Streckenlänge.

Der Berechnungswiderstand ergibt sich daher nach Gleichung (13a) zu

$$w_r' = (s+r)_r' + c_r' \cdot \frac{l}{l_r'} = 4{,}22 + 0{,}1 \cdot \frac{27{,}9}{24{,}5} \sim 4{,}5\,^0/_{00}.$$

Aus der Fig. 316 ermittelt sich für diesen Berechnungswiderstand der Arbeitsverbrauch für 1 t/km zu $a_r' = 50$ W.St. Der Arbeitsverbrauch an einem Tag des Monats Juli 1906 für Eil- und Schnellzüge der Linie München—Starnberg beträgt sonach für die Hinfahrt

$$\frac{a_r' \cdot l_r' \cdot N'}{1000} = \frac{50 \cdot 24{,}5 \cdot 1820}{1000} \sim 2225 \text{ KW.St.}$$

Für die Rückfahrt wird:

$l_g'' = 3{,}9$ km; $h_g'' = 39$ m; $l_r'' = l - l_g'' = 24{,}0$ km;
$h_k'' = 3{,}7$ m; $h_r'' = -h + h_g'' = -66{,}3 + 39 = -27{,}3$ m;

und $(s+r)_r'' = \frac{-27{,}3 + 3{,}7}{24} \sim -1\,^0/_{00}$; ferner $c_r'' = 0{,}9$,

hiernach $w_r'' = -1 + 0{,}9 \frac{27{,}9}{24} \sim 0$ u. $a_r'' = 34{,}5$ W.St.;

Tabelle I.

Übersicht über den Arbeitsbedarf und Arbeitsrückgewinn für elektrische Zugbeförderung auf den bayerischen Eisenbahnen r. d. Rh. an einem Tag des Monats Juli 1906.

(Hierzu Tafel II.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lfd. Nr.	Strecke	km Betriebslänge	Arbeitsverbrauch in KW.St. für 1 Tag Hinfahrt	Rückfahrt	Gesamtarbeitsverbrauch in KW.St	Rückgewinnbare Arbeit in KW.St. für 1 Tag Hinfahrt	Rückfahrt	Rückgewinnbare Arbeit in % des Gesamtarbeitsverbrauches	Arbeitsverbrauch in KW.St. für 1 km	Arbeitsverbrauch für Güter- Personenverkehr Verkehr in % des Gesamtarbeitsverbrauches	
		Hauptbahnzüge (ohne Nahzüge).									
1	München—Ingolstadt—Nürnberg—Probstzella (zweigleisig)	355,9	88 650	100 700	189 350	1561,5	1784,5	1,76	532,0	44,0	56,0
2	Treuchtlingen — Würzburg — Aschaffenburg (zweigleisig)	229,5	48 685	93 235	141 920	2527,0	279,5	1,97	618,3	67,7	32,3
3	Würzburg—Schweinfurt—Bamberg (zweigleisig)	100,1	13 125	12 525	25 650	—	157,0	0,61	256,2	56,1	43,9
4	Lichtenfels—Neuenmarkt—Oberkotzau (zweigleisig)	80,8	17 765	14 635	32 400	255,5	1647,0	5,87	360,8	59,9	40,1
5	Schweinfurt—Ebenhausen—Meiningen (eingleisig)	77,9	9 025	6 825	15 850	233,5	320,0	3,54	203,4	51,7	48,3
6	Ebenhausen—Bad Kissingen (eingleisig)	9,4	490	1 610	2 100	536,0	—	25,52	223,4	15,1	84,9
7	Nürnberg—Würzburg (zweigleisig)	102,3	22 805	28 635	51 500	2025,0	1077,0	6,02	503,4	66,9	33,1
8	Gemünden—Schweinfurt II. B. (eingleisig)	51,2	7 760	4 690	12 450	—	—	—	243,1	90,0	10,0
9	Aschaffenburg—Miltenberg (eingleisig)	30,5	1 090	1 280	2 370	—	—	—	64,9	—	100,0
10	Nürnberg—Regensburg—Passau (zweigleisig)	218,1	31 005	38 555	69 650	325,0	722,5	1,5	319,3	58,5	41,5
11	Nürnberg—Markt Redwitz (zweigleisig)	124,2	19 560	22 070	41 630	25,0	325,5	0,84	335,1	56,6	43,4
12	Markt Redwitz—Eger (eingleisig)	27,2	1 930	4 430	6 360	30,5	—	0,62	233,8	57,6	42,4
13	Schnabelwaid—Bayreuth (eingleisig)	18,2	316	1 144	1 460	60,5	—	4,14	80,2	29,5	70,5
14	Nürnberg—Furth i. W. (eingleisig)	160,9	18 030	17 800	35 830	219,5	247,0	1,3	222,6	68,3	31,7
15	Pommelsbrunn—Hersbruck r. P. (eingleisig)	5,4	135	135	270	—	—	—	50,0	100,0	—
16	Nürnberg—Crailsheim (zweigleisig)	90,4	14 220	11 280	25 500	117,0	320,0	1,75	282,0	49,0	51,0
17	München—Regensburg—Hof (zweigleisig)	317,5	90 525	65 915	156 440	342,0	128,0	0,3	492,7	58,5	41,5
18	Weiden—Kirchenlaibach—Bayreuth—Neuenmarkt (eingleisig)	79,1	3 705	4 005	7 710	—	49,0	0,63	97,7	50,0	50,0
19	Wiesau—Eger—Oberkotzau (eingleisig)	81,0	8 835	8 645	17 480	315,0	376,5	3,95	215,8	79,1	20,9
20	München—Augsburg—Ulm (zweigleisig)	146,5	23 220	27 680	50 900	24,5	17,0	0,08	347,4	45,2	54,8
21	München—Rosenheim—Salzburg (zweigleisig)	153,1	23 485	44 585	68 070	701,0	324,5	1,5	444,6	32,9	67,1
22	Rosenheim—Kufstein (zweigleisig)	34,3	5 795	5 105	10 400	—	—	—	303,2	37,6	62,4
23	Freilassing—Bad Reichenhall (eingleisig)	14,1	1 725	1 025	2 750	—	—	—	184,5	14,8	85,2
24	München—Simbach (eingleisig)	123,2	10 977	7 203	18 240	8,0	—	0,04	148,0	61,2	38,8
25	Landshut—Plattling—Eisenstein (eingleisig)	134,5	11 030	5 060	16 090	117,5	1307,5	8,85	119,6	70,4	29,6
26	Rosenheim—Mühldorf—Neumarkt a. R.—Landau a. I. (eingleisig)	124,8	3 850	4 950	8 800	170,5	137,5	3,5	70,5	54,4	45,6
27	Neumarkt a. R.—Landshut (eingleisig)	38,9	1 620	1 640	3 200	52,0	—	1,59	83,8	51,8	48,2
28	München—Landau (zweigleisig)	220,8	25 230	31 490	56 720	1596,0	262,0	3,27	256,8	43,9	56,1
29	Kempten—Memmingen—Ulm (eingleisig)	87,2	3 005	5 865	8 930	70,5	—	0,85	102,4	54,8	45,2
30	Memmingen—Buchloe (eingleisig)	46,1	2 175	2 325	4 500	—	—	—	97,6	50,8	49,2
31	Buchloe—Augsburg (eingleisig)	39,0	2 142	5 558	7 700	100,0	—	1,29	102,9	61,0	39,0
32	Donauwörth—Treuchtlingen (zweigleisig). Der Betrieb war im Jahre 1906 nur teilweise eröffnet	34,5	363	317	680	3,0	4,0	1,02	19,7	26,2	73,8
33	Augsburg—Donauwörth (zweigleisig)	40,8	3 525	6 575	10 100	—	—	—	247,5	60,2	39,8
34	Pleinfeld—Gunzenhausen—Nördlingen—Donauwörth (eingleisig)	85,6	9 860	9 090	18 950	—	25,0	0,13	221,3	58,1	41,9
35	Neuoffingen—Donauwörth—Ingolstadt (eingleisig)	96,8	3 250	4 110	7 300	3,5	—	0,04	76,0	57,3	42,7
36	Augsburg—Ingolstadt—Regensburg (eingleisig)	140,6	7 565	12 975	20 540	9,5	—	0,04	146,1	70,6	29,4
37	München—Tutzing (zweigleisig)	39,6	3 532	9 282	12 814	194,5	284,0	3,72	323,6	25,2	74,8

1 Lfd. Nr.	2 Strecke	3 km (Betriebs-länge)	4 Arbeitsverbrauch in KW.St. für 1 Tag Hinfahrt	5 Rückfahrt	6 Gesamt-arbeits-verbrauch in KW.St.	7 Rückgewinnbare Arbeit in KW.St. für 1 Tag Hinfahrt	8 Rückfahrt	9 Rück-gewinnbare Arbeit in % des Gesamt-arbeitver brauches	10 Arbeits-verbrauch in KW.St. für 1 km	11 Arbeitsverbrauch für Güter- Personen-verkehr in % des Gesamt-arbeitsverbrauches	12 Verkehr in % des Gesamt-arbeitsverbrauches
38	Tutzing—Murnau (eingleisig)	35,3	2 260	2 006	4 266	109,0	399,0	11,9	120,8	23,8	76,2
39	Tutzing—Starnberg (eingleisig)	17,2	995	1 430	2 425	—	—	—	141,0	47,9	52,1
40	München—Holzkirchen—Bad Tölz (Bis Großhesselohe und von Deisenhofen bis Holzkirchen zweigleisig, sonst eingleisig.)	57,0	3 300	8 630	11 990	14,0	89,0	0,85	207,1	25,7	74,3
41	Holzkirchen—Schliersee (eingleisig)	24,6	2 070	1 390	3 460	47,0	354,0	11,59	140,6	45,2	54,8
42	Holzkirchen—Rosenheim (eingleisig)	37,2	330	2 920	3 250	139,5	—	4,26	87,3	37,9	62,1
43	Summe der Hauptbahnzüge	3048,9[1])	548 730	639 385	1 188 115	11 948,0	10 654,0	1,91	305	54,4	45,6
	Zusammenstellung.										
44	Hauptbahnzüge	3 948,9	548 730	639 385	1 188 115	11 948	10 654	1,01	300,8	54,4	45,6
45	Nahzüge	—	17 272	15 513	32 785	—	—	—	—	—	—
46	Nebenbahnzüge	2 537,9	43 335	35 190	78 525	3 482,5	6 035,5	12,1	30,9	—	—
47	Privat-Lokalbahnen	219,5	7 785	4 485	12 270	486,5	1 036,5	12,41	56,9	—	—
48	Verschubdienst	—	—	—	135 400	—	—	—	—	—	—
	Insgesamt	—	—	—	1 447 095	33 043		2,325	—	—	—

[1]) Anmerkung. Die Summe aus den Betriebslängen der einzelnen Strecken beträgt 3948,9 km; da auf einigen Streckenabschnitten einzelne der aufgeführten Linien ein gemeinsames Gleis benützen, so beträgt die gesamte, für die Fahrdrahtanlage in Betracht kommende Streckenlänge nur 3889,2 km. Auf diese Länge ist auch der durchschnittliche Verbrauch für 1 km Streckenlänge (Spalte 10) mit 305 KW.St./km bezogen.

der tägliche Arbeitsbedarf für die Rückfahrt der Schnell- und Eilzüge ergibt sich somit zu

$$\frac{a_r'' \cdot l_r'' \cdot N''}{1000} = \frac{34{,}5 \cdot 24 \cdot 2140}{1000} = 1770 \text{ KW.St.}$$

Zur Beurteilung der Richtigkeit dieser Werte ist es von Interesse, dieselben mit den Ergebnissen in Vergleich zu stellen, welche für die in Fig. 300 bis 303 dargestellten Zugfahrten nach dem zeichnerischen Rechnungsverfahren gefunden wurden.

Das Zuggewicht beträgt für diesen Vergleichsfall: $Q_1 + Q_2 = 50 + 200 = 250$ t, das Verhältnis

$$\frac{Q_1 + Q_2}{Q_2} = 1{,}25.$$

Da die Schaulinie der Fig. 316 für Schnellzüge aus dem Verhältnis $\frac{Q_1 + Q_2}{Q_2} = 1{,}3$ berechnet wurde, so tritt als Vergleichswert

$$a_r' = 50 \cdot \frac{1{,}25}{1{,}30} = 48{,}1 \text{ W.St. und}$$

$$a_r'' = 34{,}5 \cdot \frac{1{,}25}{1{,}50} = 33{,}2 \text{ W.St.}$$

für 1 t/km ein.

Der Arbeitsverbrauch berechnet sich dann für die Hinfahrt zu

$$\frac{48{,}1 \cdot 24{,}5 \cdot 200}{1000} = 236 \text{ KW.St.}$$

für die Rückfahrt zu

$$\frac{33{,}2 \cdot 24 \cdot 200}{1000} = 159 \text{ KW.St.}$$

insgesamt zu 395 KW.St. bezogen auf die durch die Stromabnehmer eingeleitete elektrische Arbeit.

Die in Fig. 300 bis 303 aus den Leistungslinien ermittelten Werte stellen den Arbeitsverbrauch der Motoren dar: Wird im Anschlusse an die Voraussetzungen für die angenäherte Berechnungsweise für die elektrische Lokomotive ein Gesamtwirkungsgrad von 70% angenommen und der Wirkungsgrad der Motoren und der Zahnradübertragung mit $0{,}85 \cdot 0{,}96 = 0{,}815$ bewertet, so sind die entsprechenden Werte der Fig. 302 und 303 für den Vergleich im Verhältnis $1/\frac{0{,}7}{0{,}815} = 1/0{,}86$ zu vermehren und ergeben

$$\text{für die Hinfahrt } \frac{212}{0{,}86} = 247 \text{ KW.St.}$$

$$\text{für die Rückfahrt } \frac{124}{0{,}86} = 144 \text{ KW.St.}$$

$$\text{zusammen } 391 \text{ KW.St.}$$

Der Unterschied zwischen den Werten des genauen und des abgekürzten Rechnungsverfahrens beträgt im vorliegenden Falle für den Gesamtverbrauch auf der Hin- und Rückfahrt etwa 1% bezogen auf die Werte des abgekürzten Verfahrens.

Für den Vergleich der Personenzugsfahrten können die in Fig. 315 gegebenen Werte der Geschwindigkeitshöhen für Personenzüge nicht herangezogen werden, da dieselben für eine Grundgeschwindigkeit von 75 km/St. gelten, während die durch Fig. 300 und 301 dargestellten Personenzugfahrten mit Rücksicht auf den Ausflugverkehr, welcher auf der Starnberger Linie zu bewältigen ist, für 90 km Grundgeschwindigkeit entworfen wurden.

Arbeitsrückgewinn.

Der Rückgewinn an Arbeit, welcher sich bei Befahrung des Gefälles zwischen Mühlthal und Starnberg erzielen läßt, berechnet sich für Schnell- und Eilzüge wie folgt:

Die zusammenhängende Gefällslänge beträgt $l_r' = 3{,}44$ km, die Gefällshöhe: 30,7 m, die dem Krümmungswiderstand gleichartige Widerstandshöhe 0,7 m; das mittlere Gefälle berechnet sich daher zu

$$(s - r) = \frac{30{,}7 - 0{,}7}{3.44} = 8{,}75\,‰.$$

Da die Geschwindigkeit v_r bei der Einfahrt in das Gefälle etwa 70 km/St. beträgt und die Beschleunigungs-

strecke auf ein Gefälle von $10\,^0/_{00}$ fällt, so kommt nach den Schaulinien der Fig. 319 ein Beschleunigungsweg von $l_y' = 0{,}7$ km in Betracht.

Der Arbeitsrückgewinn beträgt nach den Schaulinien der Fig. 319 bei $-(s-r) = -8{,}75\,^0/_{00}$ für 1 t/km $a_x' = 5{,}5$ W.St. insgesamt daher

$$(l_x' - l_y') \cdot a_x' \cdot N' = \frac{(3{,}44 - 0{,}7) \cdot 5{,}5 \cdot 1820}{1000} = 27{,}4 \text{ KW.St.}$$

Auf der Rückfahrt läßt das Gefälle zwischen Mühlthal und Gauting mit einer Länge von $l_x'' = 3{,}9$ km und einer mittleren Neigung von $-(s-r) = -9{,}4\,^0/_{00}$ unter Voraussetzung eines Beschleunigungsweges von $l_y'' = 0{,}7$ km einen Arbeitsrückgewinn erzielen von:

$$(l_x'' - l_y'') \cdot a_x'' \cdot N'' = \frac{(3{,}9 - 0{,}7) \cdot 7{,}5 \cdot 2140}{1000} = 51{,}3 \text{ KW.St.}$$

Im Verhältnis zu der gesamten für Eil- und Schnellzüge aufgewendeten Arbeit können somit $\frac{27{,}4 + 51{,}3}{2225 + 1770} \cdot 100 = 2\,^0/_0$ zurückgewonnen werden.

Die Ergebnisse der Rechnung, welche auf das ganze rechtsrheinisch-bayerische Eisenbahnnetz ausgedehnt wurde, sind in den Studienkarten, Tafel II, niedergelegt.

Der Arbeitsbedarf für die Hauptbahnen, welcher auf dieser Tafel für einzelne Streckenabschnitte ausgeschieden ist, wurde in Tabelle I für durchgehende Linien zusammengefaßt.

Für jede Linie ist hier der Arbeitsverbrauch für Hin- und Rückfahrt, die Größe der rückgewinnbaren Arbeit, ferner der charakteristische Wert des Arbeitsverbrauches für 1 km Streckenlänge und außerdem der Anteil des Arbeitsverbrauches für den Personen- und Güterverkehr an dem Gesamtverbrauch der Strecke angeführt.

In der angefügten Schlußübersicht ist noch der Arbeitsbedarf für die auf den Hauptbahnen verkehrenden Nahzüge sowie für die Nebenbahnen angegeben, für welch letztere die nach Linien ausgeschiedenen Einzelwerte in Tafel II enthalten sind, ferner der Verbrauch für den durch besondere Lokomotiven geleisteten Verschubdienst.

ELEKTROTECHNISCHE LITERATUR

aus dem Verlag von R. OLDENBOURG in München und Berlin.

Die Elektrochemie. (Band II der »Illustrierten Technischen Wörterbücher in sechs Sprachen.«) Herausgegeben von den Ingenieuren **Kurt Beinhardt** und **Alfred Schlomann.** Nach einem neuen System bearbeitet.) Etwa 15000 Worte in jeder der sechs Sprachen mit nahezu 4000 Abbildungen und zahlreichen Formeln. In Leinwand gebunden Preis M. 25.—.

Interessenten wollen über diesen Band Spezialprospekt und über das Gesamtunternehmen eine vor kurzem erschienene ausführliche Broschüre kosten- und portofrei verlangen.

Elektrotechnisches Auskunftsbuch. Alphabetische Zusammenstellung von Beschreibungen, Erklärungen, Preisen, Tabellen und Vorschriften, nebst Anhang, enthaltend Tabellen allgemeiner Natur. Herausgegeben von **S. Herzog,** Ingenieur. 800 Seiten 8°. In Leinwand gebunden Preis M. 10.—.

. . . Das Buch wird sich sicher gut einführen und den Ingenieur wertvoll unterstützen. Druck und Ausstattung sind gut.

(Elektrotechnische Zeitschrift.)

Zu jenen Literaturerscheinungen neuesten Datums, welche geeignet erscheinen, dem Elektroingenieur erhebenswerter zu machen, wie er es schon zu sein ist, das »Elektrotechnische Auskunftsbuch« zu zählen. Die unendliche Mühe, die die Zusammenstellung des umfangreichen Materiales verursacht hat, die peinliche Genauigkeit, mit der die einzelnen Begriffe in wenigen handlichen Sätzen zusammengefaßt wurden, der große Reichtum und die Mannigfaltigkeit des gebrachten Tabellenmaterials, namentlich bezüglich auf Dimensionierungen, Preisen und Gewichten hält sich erst ermessen, wenn man den großen Umfang des Werkes (672 Seiten) ins Auge faßt. Wir sind der Ansicht, daß dieses auch ein steter Begleiter des Elektroingenieurs werden dürfte. Eine weitere Empfehlung ist nach dem Vorgebrachten wohl kaum mehr nötig.

(Schweiz. Elektrotechn. Zeitschrift.)

Die Verwendung des Drehstroms, insbesondere des **hochgespannten Drehstroms für den Betrieb elektrischer Bahnen.** Betrachtungen und Versuche von Dr.-Ing. **W. Reichel,** Obering. der Firma Siemens & Halske, A.-G. 168 Seiten gr. 8°. Mit zahlreichen Textabbildungen und 7 Tafeln.

In Leinwand gebunden Preis M. 7.50.

Ein Hauptgrebiet der Arbeit ist die stetige Abänderung der Verwendungsweises des Drehstromes, und zum erstenmal treten in der Literatur ausführlich durchgeführte und mit Zahlen belegte Gegenüberstellungen der Vor- und Nachteile der Anwendung von Drehstrom gegenüber Gleichstrom zutage. Es wird gezeigt, daß die eigentliche Domäne des Drehstromes wesentlich höher als bisher angenommen liegt, daß die Wirtschaftlichkeit und der Gültigkeitsbereich übrigbleibt, während für Straßenbahn-, sowie Vorort- und Kleinbahnverkehr, insbesondere mit vielen Haltestellen, der Gleichstrom sich wirtschaftlich weit überlegen zeigt.

Nach dieser Abgrenzung finden wir dann über die Gründe und Überlegungen, welche zur Wahl der verwendeten Konstruktionen und Anordnungen für Leitungen und Betriebsmittel geführt haben. Wir lernen aber auch gleichzeitig die Fehler und die bösartigen Anstände kennen, zu deren Beseitigung bei künftigen Versuchen der Verfasser eine Reihe von Vorschlägen macht.

(Elektrotechnische Zeitschrift.)

Bau und Instandhaltung der Oberleitungen elektrischer Bahnen. Von **P. Pascheurieder,** Ober-Ing. der Österr. Siemens-Schuckertwerke. 207 Seiten gr. 8°. Mit 226 Textabbildungen und 6 Tafeln. Preis M. 9.—.

. . . Das Buch zeichnet sich durch gesunde, praktische Anschauungen und sehr klare Sprache aus. Es trägt den besten literarischen Verdiensten Rechnung und gibt diese überall an, so daß es der Lektüre nichts anfinden und nachzutragen kann. Referent ist überzeugt, daß es sowohl bei Studierenden als auch bei den Ingenieuren der Praxis den ihm gebührenden Platz schnell einnehmen wird. *(Elektrochemische Zeitschrift.)*

. . . Das Buch ist in leicht faßlicher Weise geschrieben und bildet sowohl für den Studierenden wie für den Praktiker eine wertvolle Unterstützung. *(Elektrotechnik und Maschinenbau, Wien.)*

Elektrisch betriebene Straßenbahnen. Taschenbuch für ihre Berechnung, Konstruktion, Montage, Lieferungsweise, schnelliung, Projektierung und Betrieb. Herausgegeben von **S. Herzog,** Ingenieur. 487 Seiten 8°. Mit 377 Textfiguren und 4 Tafeln. Elegant in Leder in Brieftaschenform geb. Preis M. 8.—.

. . . Dieses Taschenbuch ist einem lange bestehenden Bedürfnisse entsprungen, und damit wurde auch eine bildbare Lücke auf dem Gebiete des elektrischen Straßenbahnwesens ausgefüllt. Dieser willkommene Leitfaden für den und jeden Straßenbahnbetrieb Interessierten sollen alle Fachkreisen und anderen Interessenten ganz besonders empfohlen werden. Die Zeichnungen und Abbildungen sind in klarer und übersichtlicher Weise dargestellt. Die Ausstattung des Handbuches hält obiges zu nützlichen übrig. *(Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Lokal- und Straßenbahnwesens, Wien.)*

Es ist entschieden zu begrüßen, wenn man einmal eine Sammlung des Materials an praktisch brauchbaren Tabellen, Vorschriften, Konstruktionsskizzen, Vordrucken usw. bekommt, das in der Entwicklung der letzten Jahre herausgearbeitet worden ist, ohne daß zwischen dem, was man braucht, sich langwierige und nutzlose, also schädliche Auseinandersetzungen in erschwerten Ton finden. Das vorliegende Büchelchen nähert sich stark diesem »Ideal«, es macht ungefähr den Eindruck eines Kalenders für Ingenieure elektrischer Straßenbahnen, aus dem man alles Entbehrliche vor allem also das Kalendarium fortlassen kann.

(Elektrische Bahnen und Betriebe.)

Die Konzentrationsbewegung in der deutschen Elektroindustrie. Von Dr. **W. Koch,** Dipl.-Ing. 125 Seiten gr. 8°. Preis M. 2.50.

An der Hand guten Materials gibt Dr. Waldemar Koch, Dipl.-Ing., eine Darstellung über »Die Konzentrationsbewegung in der deutschen Elektroindustrie«, die, da sie von dem Verfasser in objektiver Weise behandelt, die in neuerer Zeit vielfach beachtete technische Seite im richtigen Licht neben der finanziellen und wirtschaftspolitischen Bedeutung erscheinen läßt. Der Verfasser beschränkt sich zunächst mit der Elektroindustrie bis 1900, behandelt dann die Krise, die im Jahre 1901 einsetzte und schließlich zu der Gründung der Konzentrationsbewegung, in der er dem Konzern der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft den breitesten Raum widmet. Das Kapitel Kartellierung und Vertrustung schließt Koch mit dem Hinweis, daß die Konzentration im Interesse der Volks- und Weltwirtschaft liegt. Das Buch gibt einen interessanten Überblick auf die Entwicklung einer der wichtigsten Industrien, die heute den Markt beherrschen. *(Allgemeine Zeitung, München.)*

Entwurf elektrischer Maschinen und Apparate. Moderne Gesichtspunkte von Dr. **F. Niethammer,** Professor an der Technischen Hochschule zu Brünn. 196 Seiten gr. 8°. Mit 237 Textabbildungen. In Leinw. geb. Preis M. 5.—.

. . . Es ist bei der Fülle des Gebotenen ganz ausgeschlossen, auch nur annähernd den reichen Inhalt hier anzudeuten. Es verdient ganz besonders hervorgehoben und anerkannt zu werden, daß der Verfasser seiner Tage auch den Wege geht, sondern auch heikle Themata, die im allgemeinen nur recht schen behandelt werden, in dem frischen und wirklichen amerikanischen Ton, der den ganzen Wert ausmacht, behandelt. . . . Das Werk gewinnt insbesondere dadurch an Wert, daß es nicht vom einseitigen Standpunkt eines Spezialisten, sondern großzügig angelegt ist; der Rechner, der Maschinen- und Apparatenkonstrukteur, der Bahn- und der Leitungsingenieur, jeder kommt bei der Lektüre auf seine Rechnung. *(Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen.)*

Zur Theorie der Abschmelzsicherungen. Von Dr.-Ing. **Georg J. Meyer.** 107 Seiten gr. 8°. Mit 26 Abb. Preis M. 3.—.

Der Verfasser stellt zunächst eine allgemeine Theorie der einfachen Sicherungen auf, entwickelt die von ihm benutzten Hauptgleichungen und diskutiert dieselben für lange, stabförmige Einsätze. Sodann verdeutlicht Verfasser die Ergebnisse systematischer Versuche mit verschiedenen Materialien (Blei, Zink, Aluminium, Kupfer, Silber, dann rein oder Legierung von 60% Zinn und 40% Blei) und mit verschiedenen Querschnittsformen. Der zweite Teil der Abhandlung beschäftigt sich mit Schmelzsicherungen mit Hilfsmetallbeschaltung mehrerer Sicherungen. Parallelschaltung gleicher und ungleicher Einsätze; und zum Schluß untersucht der Verfasser an Hand seiner Untersuchungen die Verbandsnormalien deutscher Elektrotechniker unter schärferer Betrachtung und konstatiert, daß die beobachteten Vorschriften für die Normierung der Sicherungen unter Umständen einen wirksamen Schutz nicht gewähren. Dem interessante Arbeit verdient in den weitesten Kreisen der Fachwelt ganz besondere Beachtung.

(Annalen der Elektrotechnik.)

Handbuch der praktischen Elektrometallurgie. **(Die Gewinnung der Metalle mit Hilfe des elektrischen Stromes.)** Von Dr. **A. Neuburger,** Herausgeber der Elektrochemischen Zeitschrift. Oldenbourgs techn. Handbibliothek Bd. IX. 486 Seiten 8°. Mit 119 Abbildungen.

In Leinwand geb. Preis M. 14.—.

Das Buch ist sowohl für den in der Praxis stehenden Ingenieur als auch für den Studierenden bestimmt. Es gibt unter Weglassung alles Unwesentlichen ein abgerundetes Bild dessen, was sich in der Praxis bewährt hat oder geeignet ist, ihr brauchbare Anregungen zu geben. Zum ersten Male wird hier eine zusammenfassende Darstellung über die gegenwärtig im Vordergrund des Interesses stehenden Zweige der Elektrometallurgie — nämlich der elektrothermischen Elektrogewinnung sowie der Darstellung einer Anzahl seltener Metalle — geboten.

Deutscher Kalender für Elektrotechniker. Begründet von **F. Uppenborn.** In neuer Bearbeitung herausgegeben von **G. Dettmar,** Generalsekretär des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. Zwei Teile, wovon der 1. Teil in Brieftaschenform (Leder gebunden). Preis M. 5.—.

Uppenborns Kalender für Elektrotechniker, der seit 25 Jahren erscheint, hat sich zu einem unentbehrlichen Ratgeber und Begleiter des praktischen Ingenieurs herausgebildet.

Österreichischer Kalender für Elektrotechniker. Begründet von **F. Uppenborn.** Unter Mitwirkung des **Elektrotechnischen Vereins, Wien,** in neuer Bearbeitung herausgegeben von **G. Dettmar,** Generalsekretär des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. Zwei Teile, wovon der 1. Teil in Brieftaschenform (Leder) gebunden. Preis Kr. 6.—.

Schweizer Kalender für Elektrotechniker. Begründet von **F. Uppenborn.** Unter Mitwirkung von Ingenieur **S. Herzog,** Zürich und dem **Schweizer Elektrotechnischen Verein,** in neuer Bearbeitung herausgegeben von **G. Dettmar,** Generalsekretär des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. Zwei Teile, wovon der 1. Teil in Brieftaschenform (Leder) gebunden. Preis Frs. 6.70

Die Kalender erscheinen alljährlich.

Herausgegeben von Professor Dr.-Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN — VERLAG MÜNCHEN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 131

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:
Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KOTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; C. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Bauat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **23. Mai 1908.** **Heft 15.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postanstalten oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester, in Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die einspaltenene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36-maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse des Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 131.

INHALT:

Bemerkungen über die Kommutierung und die Spannungsempfindlichkeit von Wechselstrom-Kollektormotoren für Vollbahnbetrieb. Von Professor Dr.-Ing. W. Reichel. S. 269.
Die Münster–Schluchtbahn. Von Ingenieur S. Herzog. S. 293.
Die Bestimmung der Größe von Waltenzugmotoren. Von Th. Schmitt. S. 299.
Kleine Nachrichten. S. 302. Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft: Turmdrehkrane mit elektrischem Antriebe. — Zuschriften an den Herausgeber: Zuschrift von Cronbach, betr. Angaben über die Verwendung schwerer elektrischer Lokomotiven. Berichtigung.
Zeitschriftenschau. S. 307.

Bemerkungen über die Kommutierung und die Spannungsempfindlichkeit von Wechselstrom-Kollektormotoren für Vollbahnbetrieb.

Von Prof. Dr.-Ing. W. Reichel.

Damit bei elektrischen Vollbahnen ein regelrechter, sowohl störungsloser wie auch wirtschaftlicher Betrieb durchgeführt werden kann, ist es notwendig, daß die zum Antriebe der Motorwagen verwendeten Elektromotoren — vom Standpunkte des Eisenbahners betrachtet — folgende Eigenschaften besitzen:

1. Ein vom Verbrauchstrom abhängiges Feld und damit ein Serienverhalten.

2. Einhaltung der vom V. D. E. festgesetzten Grenzen mäßiger Erwärmung auch bei den im Betriebe vorkommenden Überlastungen.

3. Kräftige und einfache Bauart aller Einzelheiten, insbesondere der Lager.

4. Dauernd tadellose Beschaffenheit der Kommutatoren.

5. Geringe Spannungsempfindlichkeit beim Anlaufen.

Durch fortwährendes Arbeiten an Vervollkommnungen hat man es in den letzten 10 Jahren der starken Entwicklung dahin gebracht, daß bei den Gleichstrom-Serienmotoren neuerer Bauart alle genannten Eigenschaften vorhanden sind.

Die an den Gleichstrommotoren gesammelten Erfahrungen werden nun auch den Wechselstromkollektormotoren zugute kommen können und dazu führen, daß auch diese zu ähnlicher Vollkommenheit gelangen, man muß nur dafür sorgen, daß die Erfahrungen auch wirklich verwertet werden. Das Serienverhalten der Gleichstrom-Serienmotoren ist bei allen Wechselstrom-Kollektormotoren durch entsprechende Schaltung der Wicklungen in vollkommener Weise nachgeahmt. Die einfachen und robusten Einzelkonstruktionsteile sind soweit als möglich übernommen. Die Erwärmung kann in den festgesetzten Grenzen ganz gut gehalten werden, wenn man die Motoren kräftig lüftet. Da sie am Kommutator und auch meist an der Wicklung mit niedriger Spannung arbeiten, so steht nichts im Wege, die Kommutatordeckel usw. mit zweckmäßig angeordneten Öffnungen zu versehen, durch welche Kühlluft eintreten kann, so daß also der Motor sich ähnlich verhält wie ein stationärer, ventiliert gekapselter Motor. Wasser kann vom Bahnkörper her bei Vollbahnen nicht in das Innere des Motors dringen, da ein eigener Bahnkörper nicht überschwemmt werden kann. Sollte der Fall ja einmal eintreten, dann wird wohl auch eine Betriebseinstellung unvermeidlich sein.

In bezug auf die Eigenschaften 1 bis 3 können also wohl die Wechselstrom-Kollektormotoren als den Gleichstrommotoren gleichwertig angesehen werden.

Dagegen werden in zwei Beziehungen Gleichstrommotoren immer den Wechselstrommotoren überlegen sein, das ist in bezug auf die Kommutierung und die Spannungsempfindlichkeit. Die Kommutatoren guter Gleichstrommotoren bedürfen, wenn gute Kohlenbürsten verwendet werden, fast gar keiner Wartung und werden erst dann wieder nachgeschliffen oder nachgedreht, wenn die Fahrzeuge etwa 35 000 bis 40 000 km gelaufen haben; ja für manche Motoren ist auch dies unnötig. Dagegen muß man heute fast überall den Kommutatoren der Wechselstrommotoren einstweilen noch wesentlich größere Aufmerksamkeit schenken, und es werden sowohl mehr Löhne für Revision gezahlt werden als auch öftere Auswechslungen der Kommutatoren vorgenommen werden müssen.

Es gilt also die Kommutierung namentlich beim Anlauf noch weiter zu verbessern. Einige Mittel hierfür liegen ohne weiteres auf der Hand und sind zum Teil schon mit Erfolg angewendet, das ist der Einbau von Kompensationswicklungen an beliebiger Stelle, der von Wendepolen im Ständereisen und der Einbau von Widerstandsverbindungen zwischen Ankerwicklung und Kommutator. Als ein weiteres Mittel bietet sich die Wahl einer **niedrigen Periodenzahl von 15 pro Sekunde dar.** Dieselbe gewährt aber nicht nur den Vorteil einer erheblich besseren Kommutierung beim Anlauf, einer ganz erheblichen Steigerung der Leistungsfähigkeit des Motors und den eines etwas besseren Cosinus des Motors, bzw. größeren Luftzwischenraumes zwischen Anker und Ständer, sondern auch vor allem den Vorteil erheblich geringerer induktiver Spannungsabfälle in den Leitungen und erheblich kleineren Wechselstromwiderstandes der Fahrschienen.

Diesen Vorteilen gegenüber scheint mir der Einfluß, den die Herabsetzung der Periodenzahl auf die Maschinen des Kraftwerkes und die Transformatoren hat, nicht ausschlaggebend zu sein. Da die mit Wechselstrom betriebenen Vollbahnen meist große Leistungen benötigen, so werden doch wahrscheinlich meist Leistungen[1]) der einzelnen Maschinen von mindestens 2500 PS aufzubringen sein. Wenn nun die elektrische Arbeit von Wasserkraftwerken geliefert wird, so bringt die Erzeugung derselben in niedriger Periodenzahl keine Erschwernisse für die Bauart der elektrischen Maschinen mit sich. Denn die Umdrehungszahl der Wasserkraftmaschinen wird zwischen 150 und 300 liegen, und der Aufbau der elektr. Maschinen mit 12 bis 6 Polen für 15 Perioden bereitet keine Schwierigkeiten. Noch weniger Schwierigkeiten entstehen in bezug auf die Bauart solcher Dynamos, welche von langsamlaufenden Gaskraftmaschinen angetrieben werden.

Wenn die elektrische Arbeit in Dampfkraftwerken erzeugt wird, so können für die kleineren Leistungen von 1500 bis 3000 KW 2polige Generatoren von 900 Umdrehungen und für die größeren Leistungen von 3000 bis 5000 KW und mehr ganz gut 4polige Generatoren von 450 Umdrehungen gebaut werden. Die Dampfturbinen von 900 bis 450 Umdrehungen und hohen Leistungen lassen sich wohl ganz gut ausführen wenn sie auch teurer werden. Kommt man in Einzelfällen mit den Leistungen unter 2500 PS herunter, dann ist es auch noch kein Unglück, wenn dann in solchen Ausnahmefällen ein paar

[1]) Handelt es sich um kleinere Leistungen, dann könnte unter Umständen bei Nebenbahnen, die von Privatgesellschaften betrieben werden, noch mit Gleichstrom ausgekommen werden, wie z. B. bei der Bahn von Düsseldorf nach Krefeld und der Rheinuferbahn von Köln nach Bonn.

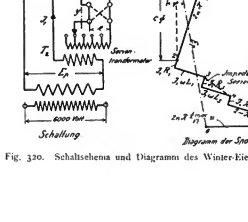
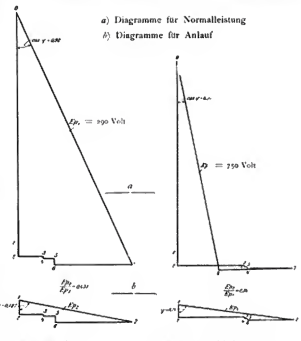


Fig. 320. Schaltschema und Diagramm des Winter-Eichberg Motors.



0—1 Gegen EMK. im Anker.
1—2 Ohmscher } Abfall in Ankerwick-
2—3 Induktiver } lung.
3—4 Ohmscher } Abfall in Kompen-
4—5 Induktiver } sationswicklung.
5—6 Ohmscher } Abfall in Erreger-
6—7 Induktiver } wicklung.
0—7 Klemmenspannung.
1—7 Klemmenspannung beim Anfahren mit demselben Strom wie bei Stundenleistung.

Fig. 321. Diagramme eines kompensierten Serienmotors.

0—1 Gegen EMK. im Stator.
1—2 Ohmscher } Abfall in Stator- und
2—3 Induktiver } Kurzschlußachse.
3—4 Ohmscher } Abfall im Serien-
4—5 Induktiver } transformator.
5—6 Ohmscher } Abfall in der Er-
6—7 Induktiver } regerachse.
7—8 EMK. der Rotation in der Erregerachse.
0—8 Klemmenspannung bei Stundenleistung = E_{p_1}.
17 Klemmenspannung beim Anfahren mit demselben Strom wie bei Stundenleistung.

Fig. 322. Diagramme eines Winter-Eichberg-Motors.

Kolbendampfmaschinen von 75 bis 100 Umdrehungen und 24 bis 18 Polen aufgestellt werden, haben doch auch manche schweren Betriebe mit Hilfe der Kolbendampfmaschinen bisher recht gut durchgeführt werden können, z. B. derjenige der Untergrundbahn New York. Was nun weiter die Transformatoren für 15 Perioden anlangt, so werden dieselben wohl etwas schwerer und teurer als solche für 25 Perioden, aber nicht im Verhältnis von 25 : 15, sondern in wesentlich kleinerem Verhältnis, weil mit der Sättigung des Eisens noch weiter heraufgegangen werden kann.

Im ganzen erscheinen mir die Vorteile, die mit der niedrigen Periodenzahl von 15 pro Sek. für den lebendigsten Teil der Anlage — die Motoren — und für die Leitungen herausspringen von größerer Bedeutung als die kleinen erwähnten Nachteile höherer Preise der Maschinen. Absolut blanke Kommutatoren und geringer Kohlenbürstenverbrauch sind Faktoren von ganz besonders großer Wichtigkeit für einen guten Vollbahnbetrieb. Es wäre zu wünschen, wenn der Frage der niedrigeren Periodenzahl allseitig näher getreten und dieselbe gründlich diskutiert werden würde.

Die zweite Eigenschaft, in welcher die Wechselstrommotoren den Gleichstrommotoren gegenüber etwas schwächer sind, ist eine höhere Spannungsempfindlichkeit, d. h. wenn bei Anhäufungen von Zügen an weitab vom Kraftwerk liegenden Teilen der Strecke die Spannung im Fahrdraht unter ein gewisses Maß, z. B. auf die Hälfte sinkt, so werden die Motoren unter Umständen,

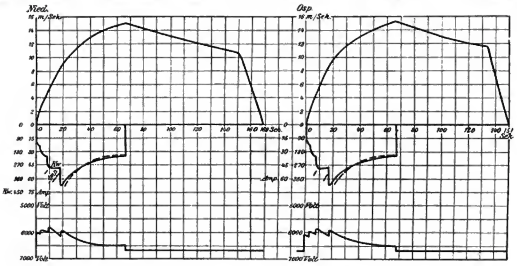


Fig. 323. Fahrdiagramm der Strecke Niederschöneweide—Oberspree—Spindlersfeld.

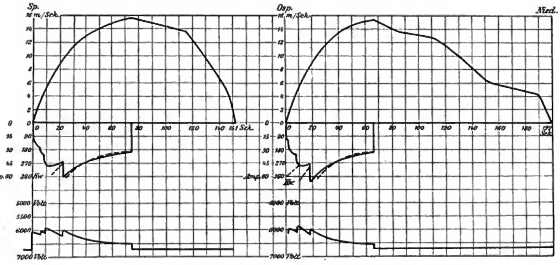


Fig. 324. Fahrdiagramm der Strecke Spindlersfeld—Oberspree—Niederschöneweide.

insbesondere auf Steigungen und in Kurven, nicht mehr anlaufen. Die geometrische Summe der in den Wagenleitungen, Kontakten, resp. in den Transformator- und Motorwicklungen erzeugten ohmschen und induktiven Spannungsabfälle kann dann bei einem Strom, der zum Anziehen des Zuges noch nicht genügt, gleich der vorhandenen Spannung sein und der Strom kann nicht weiter gesteigert werden, weil die Gesamtspannung zu klein dazu ist. Beim Gleichstrommotor kann selbst noch $^1/_5$ der Spannung ausreichen, um ein kräftiges Anlaufen hervorzubringen. Diese Eigenschaft etwas größerer Spannungsempfindlichkeit kommt allen heutigen Wechselstrom-Kollektormotoren in nahezu gleichem Maße zu, sie ist aber nicht in gleichem Sinne zu verstehen wie bei Drehstrommotoren, wo die Spannung Einfluß auf das Drehmoment hat und ist auch praktisch ohne Bedeutung, da ein so starkes Sinken der Fahrdrahtspannung auf etwa die Hälfte kaum eintreten wird, ganz besonders nicht bei nierdrigen Perioden von 15 pro Sek. und bei Überkompoundierung der Kraftwerkmaschinen. Ist die Leitungsanlage so knapp bemessen, daß solche Spannungsabfälle eintreten können, dann ist sie auch wahrscheinlich unwirtschaftlich und muß verstärkt werden entweder dureh mehr Kupfer oder durch mehr Speisepunkte. Man kann also diesen kleinen Nachteil des Wechselstrommotors ausschalten und als nicht bedeutungsvoll ansehen.

Wenn nun, wie beim Winter-Eichberg-Motor, noch ein Serientransformator im Stromkreise eingeschaltet ist (vgl. Schaltschema Fig. 320), so liegt der Gedanke nahe, daß die Impedanz des Serientransformators (vgl. das Diagramm Fig. 320) ungünstig wirkt und die Spannungsempfindlichkeit erhöht. Ich habe ähnliches früher selbst angenommen und auch zum Ausdruck gebracht[1]), habe mich aber inzwischen an der Hand von Auskünften und Messungen, die mir von Herrn Dr. Eichberg zur Verfügung gestellt worden sind, überzeugt, daß die Impedanz des Serientransformators nicht wesentlich ins Gewicht fällt und daher der Winter-Eichberg-Motor oder Serienkurzschlußmotor, wie ihn die A. E. G. fabriziert, nicht spannungsempfindlicher ist als andere Wechselstrom-Kollektormotoren.

[1]) vgl. meinen Aufsatz »Über die Einführung des elektrischen Zugbetriebes auf den Berliner Stadt- Ring- und Vorortbahnen« in der Zeitschrift El. Kraftbetr. u. B. 1907, S. 248, Spalte 2.

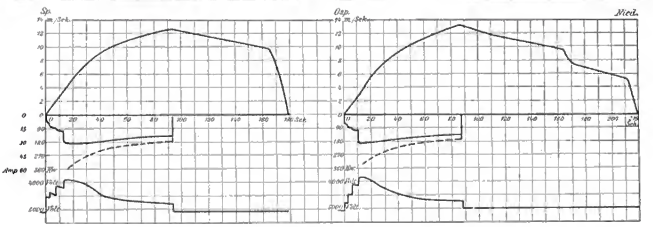


Fig. 325. Fahrdiagramm der Strecke Spindlersfeld—Oberspree—Niederschöneweide.

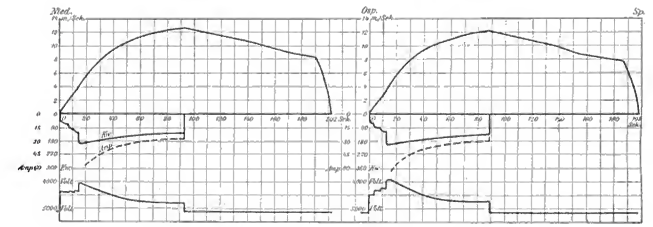


Fig. 326. Fahrdiagramm der Strecke Niederschöneweide—Oberspree – Spindlersfeld.

Die Impedanz, die im Diagramm Fig. 320 der Deutlichkeit halber groß gezeichnet ist, wird in Wirklichkeit kaum den zehnten Teil betragen und ist daher ohne Einfluß.

Ein Vergleich von genügend[1]) genau entworfenen Anlaufdiagrammen eines Winter-Eichberg-Motors und eines kompensierten Serienmotors, wie sie in Wirklichkeit sich wohl bei Messungen beim ersten Anlauf einstellen werden, zeigt ganz unwesentliche Unterschiede (vgl. Fig. 322 und Fig. 321).

Ferner beweisen die angestellten praktischen Fahrversuche, daß eine Spannungsempfindlichkeit in schädlichem Sinne nicht vorliegt. Die Fig. 323 bis 326 zeigen Fahrdiagramme, die auf der Strecke Niederschöneweide—Oberspree—Spindlersfeld mit dem Hamburger Probewagen (beschrieben von Gustav Dietl in der Zeitschrift Elektrische Bahnen 1905, Heft 34) ausgeführt wurden. Dieser Probewagen war mit Winter-Eichberg-Motoren ausgerüstet und ist vorbildlich gewesen für 53 weitere Triebwagen, die derzeit den Dienst auf der Stadt- und Vorortbahn Hamburg—Altona—Ohlsdorf—Blankenese führen. Aus den Diagrammen ist zu ersehen, daß bei dem einen Versuch die Leerspannung des Generators 5100, bei dem zweiten 6700 Volt betrug. Der automatische Spannungsregler (Tirrill) war ausgeschaltet. In den Diagrammen finden sich: der Verlauf der Linienspannung am Speisepunkt (an dem einen Endpunkt) der Strecke, ebenso die Stromstärke und die Kilowattaufnahme an diesem Punkt. Die Verluste in der Fahrleitung sind daher nicht mit einbegriffen. Die gesamte Streckenlänge betrug ca. 4 km, die Impedanz pro km 0,5 Ohm. Man sieht, daß selbst bei einem Aufenthalt von 20 Sek. die Reisegeschwindigkeit 34 km beträgt. Die vorgeschriebene Reisegeschwindigkeit war 30 km. Wie aus den Amperekurven zu ersehen ist, hätte durch Verstärkung des Anfahrstromes oder durch längeres Stromgeben die Reisegeschwindigkeit noch beträchtlich gesteigert werden können.

Aus diesen tatsächlich durchgeführten Versuchen ergibt sich, daß auch bei 4000 Volt, d. i. bei einem Abfall von 6000—4000 d. i. 2000 auf 6000 oder rd. 34 % der Betrieb noch möglich ist. Die Anzugsmomente betragen betragen bei dem Probewagen, ebenso wie bei den übrigen 53 Wagen, auf der ersten bzw. auf der zweiten Stufe 170 bzw. 225 m/kg. Sinkt die Spannung auf 4000 Volt, so kann auf der 4. Stufe eine Zugkraft von 220 m/kg erzielt werden. Dies entspricht einer Zugkraft pro Triebwagen von 5600 kg oder auf 80 t Wagengewicht bezogen, von 70 kg pro t. Die obere Spannungsgrenze ist sicherlich zwischen 6700 und 7000 Volt. Nimmt man bloß 6700 Volt an, so ergibt sich eine betriebsmäßig zulässige Spannungsschwankung von 6700 auf 4000 Volt oder 2700 auf 6700 d. i. rd. 40 %.

Wie eine einfache Rechnung zeigt, kommt die Impedanz des Erregertransformators praktisch gar nicht in

[1]) Unter Vernachlässigung der Kurzschlußströme unter den Bürsten.

Betracht. Auch die Impedanz des Leistungstransformators, die übrigens unabhängig von der Type der verwendeten Art der Wechselstrommotoren ist, ist von geringem Einfluß.

Es kann somit die Spannungsempfindlichkeit der Wechselstromkollektormotoren selbst bei Vergleichen mit Gleichstrommotoren praktisch ausgeschaltet werden.

Die Münster—Schluchtbahn.

Von Ingenieur **S. Herzog.**

Unter den elektrisch betriebenen Bahnen, welche im Jahre 1907 in Betrieb gesetzt wurden, nimmt die von der Elektrizitätsgesellschaft Alioth erstellte Münster—Schluchtbahn deshalb eine bemerkenswerte Stelle ein, weil hier zum erstenmal ein neues System zur Verwendung kam, welches durch die Vereinigung von Reibungs- und Zahnradbahn gekennzeichnet ist. Für die Wahl dieses Systems gegenüber dem reinen Adhäsionssystem, waren mit Rücksicht auf die Beschaffenheit und die Verhältnisse der von der Bahn durchzogenen Landesgegend, die mit ihm verbundenen Vorteile geringerer Anlagekosten, billigen Betriebes und günstige Entwicklung der Trasse maßgebend.

Von dem Bahnkraftwerke (Fig. 327), bei welchem die Wagenremise liegt, führt eine kurze, nicht für den Verkehr dienende Linie, welche die Elsaß—Lothringerbahn im Niveau übersetzt, nach dem eigentlichen Ausgangspunkt der Münster—Schluchtbahn, welche knapp beim Bahnhof der vorgenannten Hauptbahn liegt (Fig. 328). Von hier führt die Linie längs der Hauptstraße bis zu 2,82 km und führt bis 3,66 km auf eigenem Bahnkörper, durch welchen die beiden Ortschaften Ampfersbach und Rosselwasen umgangen werden, da deren Straßenverhältnisse für die Durchführung der Wagen nicht geeignet erscheinen. Von hier bis zum Umformerwerk, welches bei 6 km liegt, folgt die Bahn der Straße und führt als Adhäsionsbahn bis zu 6,2 km, an welchem Punkte die Zahnradbahn beginnt. Die Zahnradstrecke hat eine mittlere Steigung von 180‰ und eine größte von 220‰ (Fig. 329). Der kleinste Kurvenhalbmesser mißt hier 80 m. Bei 9 km erreicht die Bahn wieder die Staatsstraße, längs welcher sie dann als Adhäsionsbahn bis ihrem bei 10,8 km an der deutsch-französischen Grenze liegenden Endpunkt mit einer Steigung von 60‰ verläuft.

Auf der ganzen Bahnstrecke befinden sich vier Ausweichstellen, bei Stoßweier, bei Ampfersbach, bei dem Umformerwerk und beim Altenberg. Überdies ist auf der Zahnradstrecke, selbst bei 8 km, die Planierung für eine Ausweichstelle vorgesehen worden. Bei 10,3 km durchfährt die Bahn einen Tunnel von 22 m Länge.

Insgesamt besitzt die Bahn, welche die Station Münster (382 m ü. M.) mit der Station Schlucht (1137 m ü. M.) verbindet, sieben Haltestellen. Der von der Bahn zu überwindende Höhenunterschied mißt 755 m. Vom Ausgangspunkte der Bahn bis 0,6 km sind Rillenschienen in Anwendung gekommen, welche bei 12,5 cm Höhe pro l. m 32 kg wiegen. Von hier an sind durchwegs Vignolschienen verlegt, welche bei 10 cm Höhe pro l. m 20 kg wiegen. Die Schienen haben eine Baulänge von 12 m, auf welche 13 imprägnierte Eichenholzschwellen so verteilt sind, daß die Schwellenentfernung an den Stößen 50 cm beträgt.

Der Zahnstangenoberbau ist nach System Strub ausgeführt und hat am meisten Ähnlichkeit mit der an der Vesuvbahn getroffenen Anordnung (Fig. 331). Hier wie dort kommt das gleiche Zahnstangen- und Schienenprofil mit Eichenschwellen von 50 cm Abstand an den Stößen und 100 cm zwischen den letzteren mit Vignolschienen von 10,5 m Baulänge und Zahnstangen von 3,5 m Baulänge zur Verwendung. Ein Unterschied besteht nur in der Lagerung der Zahnstangen, indem diese bei der Münster—Schluchtbahn wegen teilweiser Fahrt auf Straßen, höher gelegt werden mußten, als bei der Vesuvbahn, wo 7 cm zwischen Schienen- und Zahnstangenoberkante genügten, während dieser Abstand an der Münster—Schluchtbahn auf 8,5 cm erhöht werden mußte. Diese Erhöhung ist in einfacher und sicherer Weise erreicht worden, durch 4 cm hohe schmiedeeiserne Sättel, welche in die Schwellen 1,5 cm tief eingelassen sind und zur Aufnahme des Zahndruckes bergwärts die Schwellen klauenförmig fassen. Die Befestigung der Schienen erfolgt mittels Hackennägel und Tirefonds. Die Sättel sind mit den Schwellen ebenfalls durch Tirefonds und die Zahnstangen mit den Sätteln durch Klemmplättchen und Schrauben verbunden. Zur Aufnahme des Schubes sind Plättchen in die 1,2 cm dicken Sättel eingelassen. Auf der Zahnstrecke sind überdies in geeigneten Abständen sieben Betonsätze angeordnet, welche zur Verhinderung der Gleiswanderung dienen. Das Einfahren in die Zahnstangen erfolgt sanft und geräuschlos. Die Einfahrstücke der Zahnstangen sind 2,5 m lang und haben eine Zahnteilung von 9,6—10 cm.

Fig. 327. Das Bahnkraftwerk samt Wagenremise.

Das Kraftwerk (Fig. 327), enthält zwei Dampfkessel von je 82 qm Heizfläche, welche mit einem Betriebsdruck von 12 Atm. arbeiten und mit je einem Dampfüberhitzer ausgerüstet sind. Überdies ist ein Greensecher Speisewasserverwärmer vorhanden.

Im ersten Ausbau kamen in der Maschinenhalle zwei liegende Verbunddampfmaschinen zur Aufstellung, welche bei 12 Atm. Betriebsdruck und 124 Umdr. pro Min. je 250 PS leisten. Die von den Dampfmaschinen mittels Riemenantrieb betätigten Generatoren (Fig. 330), haben eine Leistung von je 200 KVA. und liefern bei 500 Umdr. pro Min. Drehstrom von 7000 Volt, 16,5 Amp. und 50 Sekundenperioden. Der äußere Eisendurchmesser der zwölfpoligen Maschinen mißt 1370 mm, die Eisenbreite 340 mm einschließlich zweier Luftkanäle von je 10 mm Breite. Die Zahl der in Reihen angeordneten Windungen beträgt pro Phase 504. Die Windungen sind aus 2,2 : 2,8 mm isoliertem Draht hergestellt. Der Läufer hat einen äußeren Durchmesser von 1036 mm und besitzt pro Pol 90 Windungen aus isoliertem Kupferband, von den Abmessungen 14 × 2,5 mm bzw. 14,5 × 3 mm.

Die Apparateanlage ist auf erhöhter Bedienungsbühne an der Stirnwand der Maschinenhalle angeordnet und von allen Seiten leicht zugänglich. Das Schema ist aus der Fig. 332 zu ersehen. Der im Kraftwerk erzeugte hochgespannte Drehstrom wird zum Teil auf besonderen Gestängen, zum Teil auf den Gestängen der Fahrdrahtleitung nach dem bei 6 km liegenden Umformerwerk geführt.

Fig. 338. Lageplan.

Fig. 339. Höhenprofil.

Fig. 340. Drehstromgenerator, 300 KVA, 7000 Volt, 16,5 Amp., 500 Umdr.

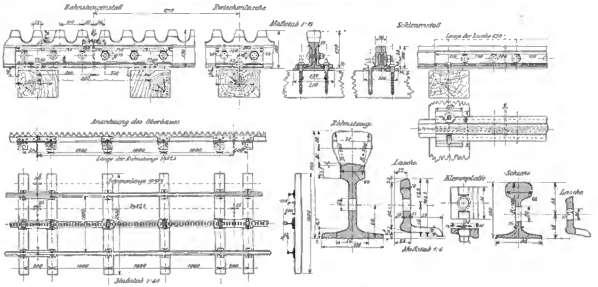


Fig. 331. Zahnstangenoberbau.

Das Umformerwerk enthält zwei Umformergruppen (Fig. 333), bestehend je aus einem asynchronen Drehstrommotor, welcher mittels elastischer und isolierender Kupplung mit einer Gleichstromdynamo verbunden ist.

Der zwölfpolige Drehstrommotor leistet unter einer Spannung von 6500 Volt und 50 Perioden bei 485 Umdr. pro Min. 150 PS. Der äußere Durchmesser des Ständers mißt 1370 mm, dessen Breite 250 mm; der Ständer enthält 816 Windungen pro Phase in Reihe bei einem Drahtdurchmesser von 1,9 mm. Der Läufer hat einen Durchmesser von 1047 mm, eine Breite von 250 mm und pro Phase 120 Stäbe von 7 × 6 mm Abmessungen. Die vierpolige mit Nebenschlußerregung versehene Gleichstromdynamo leistet 100 KW und erzeugt bei 485 Umdr. pro Min. Strom von 750/1000 Volt und 133/100 Amp. Pro Pol sind 3860 Windungen von 1,3 mm Draht vorhanden. Der Anker besitzt einen Durchmesser von 725 mm und eine Breite von 330 mm. Seine in Reihe angeordnete Wicklung, welche aus 255 Windungen besteht, ist in 85 Nuten untergebracht. Der Querschnitt der Ankerleiter beträgt 2 × 10 mm. Der Kollektor besitzt 255 Lamellen und mißt im Durchmesser 350 mm, in der Breite 140 mm.

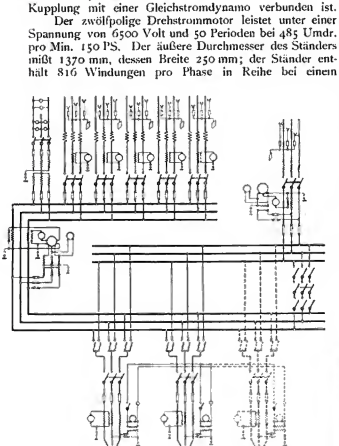


Fig. 332. Schaltschema des Kraftwerkes.

Die Normalleistung von 150 PSe kann im Dauerbetriebe abgegeben werden, ohne daß sich die Temperatur des Kollektors um mehr als 55° und diejenige der übrigen Teile um mehr als 45° C über die Außentemperatur erhöht. Die Maschinen können ferner während einer Stunde eine Überlastung von 30% ohne schädliche Erwärmung oder Funken an den Kollektoren ertragen.

Die Gehäuse der Drehstrommotoren sind mit der Erde leitend verbunden, während die Gehäuse der Gleichstromdynamos auf Isolatoren aufgesetzt sind. Die Akkumulatorenbatterie besteht aus 390 Elementen und hat eine Kapazität von 247 Amp.St. bei einstündiger Entladung. Das einfache Schaltungsschema des Umformerwerkes ist aus Fig. 334 zu ersehen. Die Lage des Umformerwerkes wurde so günstig in bezug auf die Ausdehnung der Bahnlinie gewählt, daß die Anordnung einer besonderen Speiseleitung nicht notwendig wurde. Die Fahrdrahtleitung ist in der üblichen Weise an Abspannd rähten oder schmiedeisernen Mastenauslegern aufgehängt, doppelt gegen Erde isoliert und besteht aus zwei Runddrähten von 9 mm Durchmesser.

Der Betrieb wird durch Züge besorgt, welche aus einem vierachsigen Motorwagen (Fig. 335 und 336) oder aus einem solchen und einem Anhängewagen bestehen. Erstere Züge haben bei voller Besetzung (40 Reisende) ein Gesamtgewicht von 25,5 t, letztere (72 Reisende) 32 t. Die Züge fahren mit einer mittleren Geschwindigkeit von 17 km/St. auf der Adhäsionsstrecke und 7,5 km auf der Zahnradstrecke. Das Untergestell der Wagen (Fig. 337)

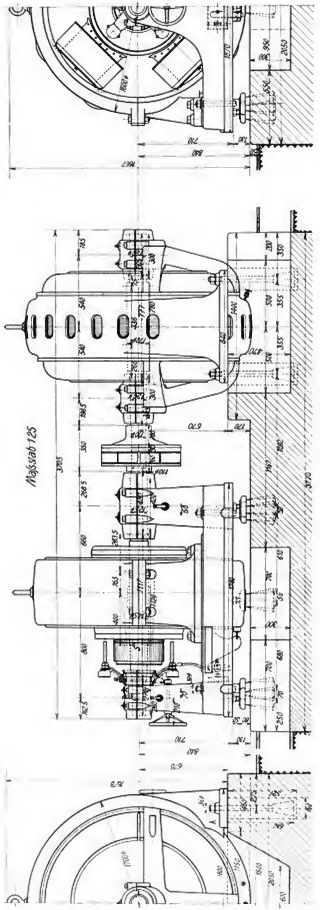


Fig. 333. Motorgenerator.

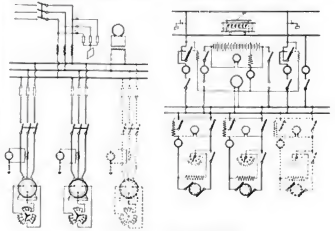


Fig. 334. Schaltschema des Umformerwerkes.

wurde von der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik in Winterthur erstellt.

Die Wagen ruhen auf je zwei Drehgestellen Strubscher Bauart. Diese Drehgestelle, welche für die Münster—Schluchtbahn zum erstenmal ausgeführt wurden, kennzeichnen sich dadurch, daß der Drehpunkt zur Erhöhung der Adhäsion möglichst nahe an die Adhäsionsachse verlegt ist. Jedes Untergestell trägt einen Zahnrad- und einen Adhäsionsmotor (Fig. 338). Bei 1700 mm Radstand liegt der Drehzapfen 375 mm von der Adhäsionsachse entfernt.

Der aus gepreßtem Flußstahlblech hergestellte Rahmen ruht mit kurzen, steifen Federn auf den Achsen. Das Triebzahnrad sitzt lose auf der Achse und wird durch doppelte Zahnradübersetzung von der Motorwelle angetrieben. Der Kolben an der Motorwelle ist auf eine Rutsch-Kuppelung aufgekeilt, so daß Stöße und Schläge gemildert werden und ein plötzliches Stillstehen des Motorläufers (Kurzschluß) kein Ausspringen des Triebzahnrades zur Folge hat.

Neben jedem Triebzahnrad (Durchmesser 732,11 mm) sitzt eine Bremsscheibe, auf welche eine Band-Klotzbremse wirkt. Beide Bremsen sind durch ein Gestänge zu gemeinsamem Wirken vereinigt. Überdies hat jedes Untergestell eine vierklötzige Adhäsionsbremse. Jeder Zahnradmotor ist mit einer Bremsscheibe versehen, von denen jede einen Geschwindigkeitsregulator trägt, welcher bei

Fig. 335. Motorwagen der Münster—Schluchtbahn.

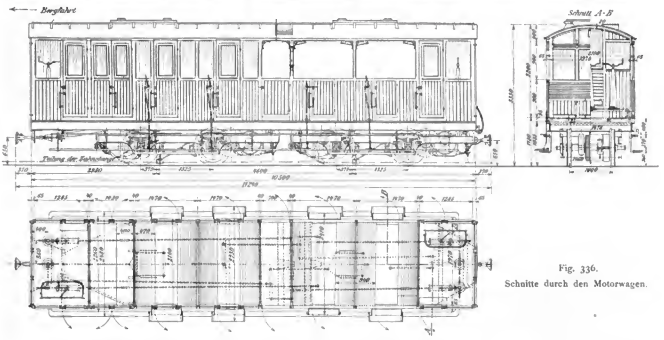


Fig. 336.
Schnitte durch den Motorwagen.

der zulässigen Höchstgeschwindigkeit die durch Fallgewichte betätigten Fallbremsen auslöst. Beide Regulatoren sind mittels Seilzug verbunden und können auch von den Führerständen ausgelöst werden.

Statt der Sicherheitszange ist eine über die Zahnstange greifende Führung angeordnet. Jedes Untergestell trägt zwei Sandkasten.

Der Wagenkasten ruht in Zwischenpunkten auf Rollen, welche ihrerseits in Winkelhebeln, die federnd verbunden sind, gelagert werden. Durch Anspannen der Federn kann das Adhäsionsgewicht vergrößert werden.

Die Drehgestelle wiegen 7 t, der Wagenkasten 9 t. Die Wagenkasten besitzen fünf Abteilungen, von welchen zwei offen sind. In der Mitte der Wagen befindet sich der 70 cm breite Raum für die Widerstände. Die Führerstände sind geschlossen. Die gesamte Länge der Wagenkasten beträgt 10,48 m, ihre größte Breite 2,4 m.

An Bremsen sind auf jedem Motorwagen neben den vorgenannten Bremsmitteln noch elektrische Kurzschlußbremsen vorgesehen. Sämtliche Bremsen können von jedem Führerstande aus bedient werden. Die offenen Personen-Anhängewagen sind mit einer kombinierten Reibungs- und Zahnrad-Handbremse versehen.

Der Antrieb der Motorwagen erfolgt durch vier Motoren, von je 85 PS Normalleistung und 100 PS Maximalleistung. Zwei dieser Motoren arbeiten als Zahnradmotoren, die beiden anderen als Adhäsionsmotoren. Diese Anordnung kennzeichnet die eingangs erwähnte Neuheit des Betriebssystems, welches ermöglicht, für die Adhäsionsstrecke und für die Zahnradstrecke das gleiche Rollmaterial benutzen zu können. Auf letzterer arbeiten sämtliche Motoren, und zwar die Adhäsionsmotoren hintereinander geschaltet, mit einfacher Übersetzung, die Zahnradmotoren mit doppelter Übersetzung. Diese sind auf der Adhäsionsstrecke ausgeschaltet und verbleiben im

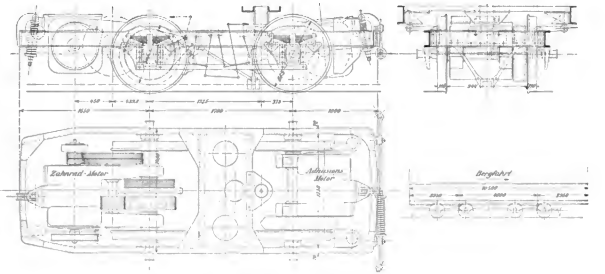


Fig. 337. Untergestell der Wagen.

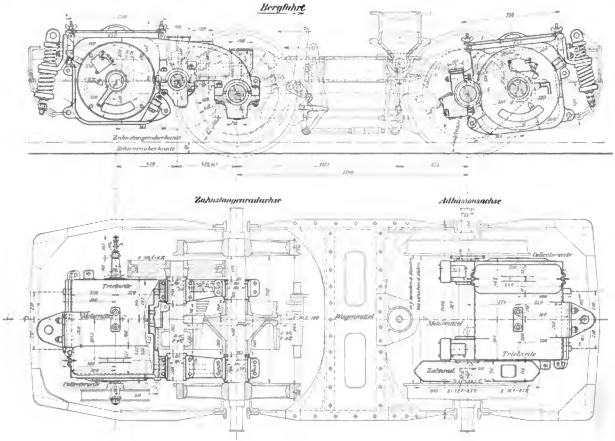


Fig. 338. Drehgestell des Motorwagens.

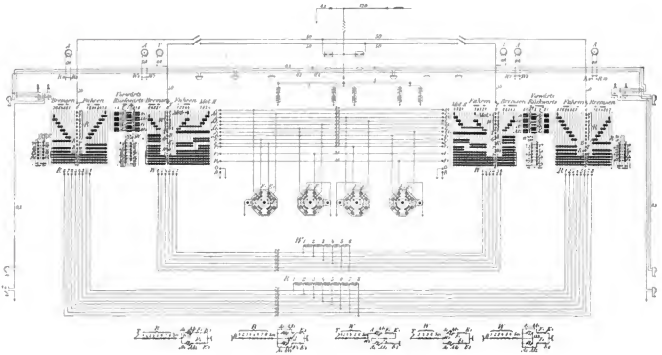


Fig. 339. Schaltschema des Motorwagens.

Ruhezustand. Sämtliche Motoren werden durch einen einzigen Fahrschalter bedient, bei welchem die einzelnen Kurbelstellungen für Reihen-, Parallel-, Vor-, Rückwärts- und Bremsschaltung gegeneinander zwangläufig gesichert sind, um falsche Manöver zu verhindern. Das Schaltungsschema des Motorwagens gibt Fig. 339. Die Führerstände haben die nötigen Maßinstrumente und Hauptsicherungen, für die beiden Motorstromkreise je einen Höchststromautomaten. Die Blitzschutzvorrichtung ist auf dem Dach angeordnet. Die Wagen sind mit Bügelstromabnehmer ausgerüstet.

Die Bestimmung der Größe von Walzenzugsmotoren.

Von **Th. Schmitt.**

Die steten Fortschritte der Elektrotechnik haben dazu geführt, daß im Laufe der Zeit ein Industriegebiet nach dem andern dem elektrischen Antrieb erschlossen wurde. Sogar auf solchen Gebieten, die durch die Eigenart und Vielseitigkeit der an das Antriebsmittel gestellten Anforderungen dem Elektromotor verschlossen schienen, führt man jetzt in den modernen Anlagen den elektrischen Antrieb ein. Ein solches Gebiet mit ganz besonders scharfen Anforderungen an die Leistungsfähigkeit und Betriebssicherheit der Motoren stellte bis vor kurzem die Verwendung der Elektromotoren in den Walzwerken dar, und hier wieder waren es die Walzenzugsmaschinen, die dem Elektrotechniker die größten Schwierigkeiten bereiteten. Der Grund hierzu lag in erster Linie in der stoßweisen Beanspruchung, der die Walzenzugsmaschinen ausgesetzt sind und die darum auch zu ganz besonders kräftigen Konstruktionen für solche Zwecke geführt hat.

Voraussetzung für einen wirtschaftlichen elektrischen Antrieb von Walzenstraßen ist, daß die Stärke des Motors in richtiger Weise gewählt wird. Da die Bestimmung der Motorgröße von wesentlich anderen Bedingungen abhängig ist, wie die Berechnung der Leistung einer Dampf-Walzenzugsmaschine, so sei nachstehend eine Methode ausgeführt, die mit leichten Mitteln die Bestimmung der zweckmäßigen Motorgröße gestattet, gleichzeitig aber auch wertvolle Schlüsse über die Wirtschaftlichkeit der Walzenstraße selbst ermöglicht.

Bei Dampfmaschinen legte man bei der Bestimmung der Maschinenleistung im allgemeinen Erfahrungswerte zugrunde, d. h. man richtete sich nach früheren ähnlichen Ausführungen, wählte die Stärke der Maschine mit einem entsprechenden Sicherheitszuschlag und sah schließlich ein schweres Schwungrad vor, damit die Maschine auch bei großen Belastungsstößen durchziehen konnte. Grundprinzip blieb aber immer, daß die Dampfmaschine selbst alle Stöße aufnehmen sollte, und man trug dem eben durch eine den größten Stößen entsprechend gewählte Maschinenleistung und durch eine weitgehende Regulierung des Dampfzuflusses Rechnung.

Anders liegen die Verhältnisse bei dem elektrischen Antrieb. Hier würde es unwirtschaftlich sein, den Motor für die vorkommende größte Belastung zu bauen. Man ist daher dem Vorgang bei den elektrisch betriebenen Hauptschachtförderungen gefolgt und wählt den Motor nur nach der mittleren, ständig abzugebenden Leistung, während der Ausgleich der Belastungsschwankungen durch entsprechend dimensionierte Schwungräder erfolgt. Zur Sicherheit baut man jedoch den Motor so stark, daß er eine 100proz. Überlastung auf kurze Zeit verträgt ohne Schaden zu nehmen.

Die Bestimmung der Schwungräder ist eine sehr wichtige Frage, denn je sorgfältiger die Schwungräder berechnet werden, desto genauer lassen sich die nötigen Motorstärken angeben, so daß nicht unnötig große Sicherheitszuschläge gemacht werden müssen, die nur den Preis der Anlage unnötig erhöhen.

Die Grundlage für die Durchführung einer solchen Berechnung ist eine genaue Kenntnis des Arbeitsvorganges an der jeweils in Frage stehenden Walzenstraße. Es muß also genau bekannt sein: die Art des Antriebes — ob Seilantrieb oder direkte Kupplung —, das schwerste auszuwalzende Profil, die Produktionsmenge, die Zahl der Kaliber und die Stichzahl, endlich auch die genauen Zeiten für die einzelnen Walzvorgänge. Bei einer vorhandenen Straße lassen sich diese Unterlagen ja ohne weiteres entnehmen. Bei Neuanlagen jedoch empfiehlt es sich, nicht an die Bearbeitung des elektrischen Antriebes heranzutreten, bevor nicht der Produktionsvorgang so weit festgelegt ist, daß sich diese Unterlagen aus den örtlichen Verhältnissen errechnen lassen.

Sodann ist bei vorhandenen Straßen, die umgebaut werden sollen, und die bisher Dampfmaschinen-Antrieb hatten, möglichst für jede Belastungsphase und für den Leerlauf der Straße ein Diagramm aufzunehmen. Bei neu anzulegenden Straßen muß die Walzarbeit errechnet werden. In welcher Weise dies geschehen kann, soll nachstehend angegeben werden.

Die auf einem der beiden vorstehend angegebenen Wege erlangten Werte sind darauf in ein Diagramm über die Belastung der Walzenzugsmaschine einzuordnen, aus dem sich zunächst die mittlere Motorleistung bestimmen läßt, die weitere Walzarbeit, die sich in den überstehenden Spitzen des Diagrammes ausdrückt, muß nun durch das Schwungrad abgegeben werden, wobei sich die Größe des Schwungrades neben der abzugebenden Arbeit danach richten muß, wie häufig es in Anspruch genommen wird. Folgt also in dem Diagramm auf die größte Spitze eine entsprechende Pause, in der das Schwungrad wieder voll beschleunigt werden kann, so ist diese eine Spitze allein für die Größe des Schwungrades maßgebend. Kommt aber kurz nach der ersten eine zweite bedeutende Spitze, so muß das Schwungrad entsprechend größer sein, um beide Stöße ausgleichen zu können.

Zur Erläuterung des vorstehend Gesagten soll im folgenden ein Beispiel für die Berechnung der Walzenzugsmaschine einer Neuanlage, sowie für die Bestimmung der erforderlichen Schwungräder durchgeführt werden. Vorausgeschickt sei, daß die einzelnen Daten nicht der Wirklichkeit genau entsprechen sollen, sie sind vielmehr so gewählt und verwendet, daß der Gang des Beispiels immer möglichst einfach und übersichtlich bleibt. Es wird aber in jedem Fall der Ausführung ein leichtes sein, durch genaue Durchrechnung, event. unter Zuhilfenahme ähnlicher Anlagen die benötigten Werte genau festzulegen.

Es handle sich im Falle des Beispiels um die Errichtung einer neuen Walzanlage, die aus einer Vor- und einer Feinstraße bestehen soll. Beide Straßen erhalten einen gemeinsamen Antriebsmotor, der mit der Feinstraße direkt gekuppelt wird und auf die Vorstraße durch Seilantrieb arbeitet. Die Vorstraße hat ein Walzgerüst, während die Feinstraße aus fünf Walzgerüsten besteht.

Auf den beiden Straßen soll weicher Stahl ausgewalzt werden, der der Vorstraße in Blöcken von je ca. 350 kg Gewicht zugeführt wird. Die größte Walzarbeit, die für die Größe des Motors maßgebend ist, soll erforderlich sein, wenn die Blöcke zu Bandstahl von 100 × 4 qmm Querschnitt ausgewalzt werden. Diese Produktion soll deshalb auch dem Beispiel zugrunde gelegt werden. Das Auswalzen der Blöcke erfolgt derart, daß das Walzgut zunächst in 3 Stichen durch die

Vorwalze geführt und dann zu einer Scheere befördert wird. Hier werden die vorgewalzten Blöcke in 3 Stücke von gleicher Länge geschnitten, die nacheinander der Feinstraße zugeführt und dort in je 5 Stichen fertig ausgewalzt werden. Die Zeiteinteilung für den Walzvorgang sei folgende:

I. Vorstraße.	II. Schere.	III. Feinstraße.
1. Stich 3 Sek.	Transport hin 12 Sek.	1. Stich 3 Sek.
Pause . 10 »	1. Schneiden 5 »	Pause 10 »
2. Stich 5 »	Weitertransp. 7 »	2. Stich 5 »
Pause . 10 »	2. Schneiden 5 »	Pause 12 »
3. Stich 9 »	Abtransport 16 »	3. Stich 7 »
		Pause 15 »
		4. Stich 10 »
		Pause 15 »
		5. Stich 12 »

Nachdem so die Einteilung des Walzprozesses festgelegt ist, muß die Walzarbeit selbst festgestellt werden. Hierbei hat man von dem durch vielseitige genaue Versuche bestätigten Satz auszugehen, daß die gesamte für einen Block aufgewandte Walzarbeit eine logarithmische Funktion der fortschreitenden Verlängerung des auszuwalzenden Blockes bildet.[1]) Auf Grund dieser Erkenntnis wurden Kurven über die zu leistende Arbeit in Abhängigkeit von der Verlängerung des Blockes bei dem Auswalzen aufgestellt, die zunächst auf Blöcke von bestimmtem Gewicht bezogen waren. Auf Grund eingehender Versuche erhielten sie aber eine solche Form, daß sie auch auf Blöcke von abweichendem Gewicht Anwendung finden konnten, wobei die gesamte Walzarbeit bei gleicher Blockstreckung proportional dem Blockgewicht einzusetzen ist.

Zur Bestimmung der Walzarbeit muß also für das Beispiel noch die Streckung des Blockes festgestellt werden, und zwar soll angenommen werden, daß die Blöcke der Vorwalze je ca. 2,5 m lang zugeführt und hier auf 9 m Länge ausgewalzt werden. Nach dem Schneiden kommen also Stücke von je 3 m Länge zur Feinwalze, die dann unter Berücksichtigung eines Abbrandes von 10% auf je etwa 36 m Länge gestreckt werden. Zur Vereinfachung der Rechnung sei angenommen, daß die Streckung des Walzgutes in jedem

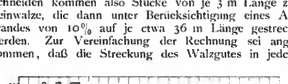


Fig. 340. Diagramm der Walzarbeit für einen Block.

Stich um den gleichen Prozentsatz erfolgt. Die Blöcke werden danach also zunächst in der Vorwalze auf das 3,6 fache gestreckt und danach jeder Teil in der Feinwalze um das 12fache verlängert. Nach Interpolierung der entsprechenden Kurve über die Walzarbeit, deren Wiedergabe hier zu weit führen würde,[1]) ergibt sich für jeden Block in der Vorstraße eine zu leistende Arbeit von 500 m/t, während für das Auswalzen jeder Länge in der Feinstraße 325 m/t aufzuwenden sind.

Da, wie gesagt, die Streckung bzw. die Walzarbeit in den einzelnen Stichen gleich groß angenommen ist, beträgt also die Arbeit pro Sekunde reiner Walzeit in der Vorstraße — lt. Zeitaufstellung beträgt die reine Walzzeit 17 Sek. — $\frac{500}{17} = 29{,}4$ m/t und entsprechend in der Feinstraße für jede Länge $\frac{325}{37} = 48{,}8$ m/t.

Zur Aufstellung eines Diagrammes bedarf es noch der Festlegung der Leerlaufarbeit für sämtliche Walzgewichte. Im vorliegenden Fall soll dieselbe mit 250 PS, entsprechend 18,75 m/Sek. angenommen werden.

Nunmehr läßt sich ein Diagramm über die ganze, bei dem Auswalzen eines Blockes geleistete Arbeit aufstellen. Dies geschieht in übersichtlicher Weise nach Fig. 340. In dieser geben die Ordinaten die Zahl der aufgewandten Pferdekräfte bzw. Meterkilogramm-Sekunden, die Abszissen die Zeit an. Aus dem Flächeninhalt ergibt sich die ganze Walzarbeit in Meterkilogrammen. Das Diagramm zeigt zunächst die drei Stiche in der Vorwalze, worauf eine Pause folgt, die dem Schneiden und dem Zu- bzw. Abtransport entspricht. Zunächst wird das erste der drei Stücke der Feinstraße zugeführt, worauf die beiden anderen in angemessenen Abständen folgen. Die Walzarbeiten für die einzelnen Blocklängen sind durch verschiedene Schraffür gekennzeichnet, während die Ordnungszahlen der Stiche in den Flächen eingeschrieben sind. Schon bei dieser Figur läßt sich erkennen, wie sich die Arbeiten in den einzelnen Gerüsten summieren.

So wertvoll dieses Diagramm an und für sich für die Klarlegung des Walzvorganges selbst ist, so genügt es doch nicht, um die Beanspruchung der Walzenzugsmaschine erkennen zu lassen. Hierzu muß erst ein weiteres Diagramm aus Fig. 340 entwickelt werden. Da sich die ganze Walzarbeit aus der Arbeit für die einzelnen Blöcke zusammensetzt, müssen die in Fig. 340 gefundenen Werte mit einer gewissen Verschiebung addiert werden. Die Verschiebung selbst aber ergibt sich aus dem entweder bekannten oder aber aus der Produktionsmenge zu berechnenden Zeitabstand zwischen zwei der Vorwalze geführten Blöcken.

Im vorliegenden Fall soll der Vorwalze nach je 66 Sek. der nächste Block zugeführt werden, so daß die Ausführung oben genannter Addition ein Diagramm nach Fig. 341 ergibt. Nach der 184. Sek. hört das weitere Anwachsen der Diagrammspitzen auf. Statt dessen bilden sich regelmäßig wiederkehrende Figuren, so daß die Walzarbeit von da an in sich regelmäßig wiederholende Perioden zerfällt. Das Eintreten dieser Perioden ist das Zeichen dafür, daß die in normalem Dauerbetrieb bei der angenommenen Produktionsmenge zu leistende Arbeit durch das Diagramm angegeben wird.

Auf Grund des so erreichten Diagrammes für die ganze Walzarbeit während des Dauerbetriebes kann die mittlere Motorleistung bestimmt werden. Wir nehmen hierzu eine der oben gekennzeichneten Perioden, z. B. die erste, die von der 184.—250. Sek. reicht, und bestimmen die ganze geleistete Arbeit in Meterkilogrammen, die sich aus dem Flächeninhalt der Spitzen ergibt. Diese beläuft sich bei dem Beispiel auf 1478820 m/kg. Diese Arbeit verteilt sich auf eine Zeit von 66 Sek., so daß sich also eine mittlere Arbeit von $\frac{1478820}{66} = \sim 22410$ mkg/Sek. ergibt, die wieder einer mittleren Leistung von 298,8 $= \sim$ 300 PS entspricht. Diese Leistung bezieht sich aber nur auf die reine Walzarbeit. Bei Bestimmung der Motorgrößen ist also noch die Leerlaufarbeit zu berücksichtigen, so daß der Motor tatsächlich für eine mittlere Dauerleistung von 300 + 250 = 550 PS ausreichen muß.

Falls es sich nur um den Antrieb einer Straße handelte, würde die vorstehende Aufstellung genügen, um an die Berechnung des Schwungrades herantreten

[1]) Siehe Philippi, Elektrische Kraftübertragungen.

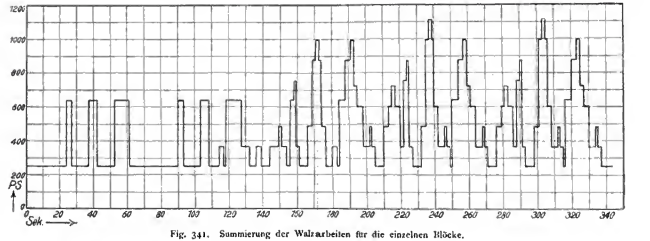


Fig. 341. Summierung der Walzarbeiten für die einzelnen Blöcke.

zu können. Höchstens wäre zu erwägen, ob es nicht aus besonderen Gründen zweckmäßig erscheint, den Motor von vornherein etwas größer, als der errechneten Leistung entspricht, zu wählen. Da nun die Leistung in den höchsten Spitzen bis über 1100 PS steigt, der Motor also, wenn man von dem Schwungrad absieht, mit mehr als 100% überlastet werden würde, so ist es allerdings angebracht, die normale Motorleistung etwa mit 600 PS anzunehmen.

Im Falle des vorliegenden Beispiels, bei dem Antrieb zweier Straßen durch einen Motor, ist es aber zweckmäßiger, für jede Straße ein besonderes Schwungrad anzuordnen. Das Gewicht für zwei einzelne Schwungräder wird zwar bedeutend höher, als das eines gemeinsamen

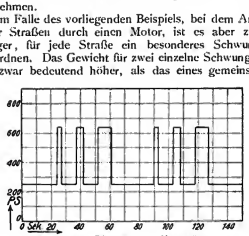


Fig. 342. Diagramm der Vorstraße.

Schwungrades, weil für die — langsamlaufende — Vorstraße ein sehr bedeutendes Gewicht zur Erzielung des erforderlichen Schwungmomentes nötig ist. Dafür gewinnt die Anlage aber an Betriebssicherheit; denn die Seile haben dann nur die mittlere Dauerleistung zu übertragen und werden nicht mit plötzlichen starken Stößen beansprucht. Dadurch wird dem sonst unvermeidlichen Schlagen der Seile vorgebeugt und deren Ausspringen oder vorzeitige Abnutzung verhindert.

Zu der Berechnung der beiden Schwungräder muß das Diagramm nochmals so zerlegt werden, daß man das Bild des Dauerbetriebes für Vor- und Feinstraße getrennt erhält.

Fig. 342 zeigt zunächst das dem vorstehenden entsprechende Diagramm der Vorstraße, und zwar ist das Diagramm so aufgestellt, als ob beide Straßen laufen, aber nur mit der Vorstraße gearbeitet wird. Nach Fig. 342 beträgt die reine Walzarbeit an der Vorstraße in der 66 Sek.-Periode 500000 mkg. Dies entspricht einer mittleren Arbeit von $\frac{500000}{66} = \sim 7580$ mkg/Sek., oder einer mittleren Leistung von rund 102 PS. Es ist jetzt zu untersuchen, ob die Pausen genügen, damit das Schwungrad wieder beschleunigt werden kann. Am ungünstigsten liegen nun die Verhältnisse für die Beschleunigung zwischen dem 2. und 3. Stich. Die Rechnung ergibt denn auch hier, daß das Schwungrad bei 102 PS mittlerer Motorleistung 108750 mkg für den zweiten Stich abzugeben hat, während bis zu der nächsten Belastung theoretisch überhaupt nur 76500 mkg für die Schwungradbeschleunigung zur Verfügung stehen. Die mittlere Motorleistung muß also — unter Außerachtlassung aller Verluste — so erhöht werden, daß der Motor in der Pause zwischen dem zweiten und dritten Stich, wie eine einfache Rechnung ergibt, mindestens $\frac{29400}{3} =$ 9800 mkg/Sek. entsprechend $\sim$ 131 PS leistet. Die mittlere Motorleistung für die Vorstraße soll danach zu

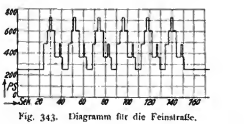


Fig. 343. Diagramm für die Feinstraße.

140 PS angenommen werden. Es ist natürlich Sache der Ausführung, auch die verschiedenen Verluste durch Luft- und Lagerreibung usw. zu berücksichtigen, hier soll dies aber, da ohne Einfluß auf die Sache selbst, unberücksichtigt bleiben.

Für die Berechnung der Schwungmassen wird zweckmäßig die Annahme zugrunde gelegt, daß das Schwungrad den größten rechnerisch auftretenden Stoß bei einem Tourenabfall von etwa 5% ausgleichen soll. Auch deshalb ist eine solche enge Begrenzung des Tourenabfalles günstig, weil dadurch eine ausreichende Reserve für Ausnahmefälle geschaffen wird, wie z. B. den, daß ein Block zu früh erkaltet. Auf die Berechnung des Schwungrades soll nicht im einzelnen eingegangen werden, es genüge hier die Feststellung, daß es nach Vorstehendem genügende Schwungmassen erhalten muß, um bei 5% Tourenabfall 94500 mkg abgeben zu können.

Für die Feinstraße ergibt sich das entsprechende Diagramm nach Fig. 343. Hier beträgt die reine Walzarbeit während der 66 Sekundenperiode des Dauerbetriebes 979020 mkg. Die mittlere Walzarbeit stellt sich hiernach

auf $\frac{979020}{66} = \sim 14835$ mkg/Sek., entsprechend einer mittleren Motorleistung von rund 200 PS. Bei Annahme dieser Motorleistung hat das Schwungrad an der Feinstraße größte Belastungsstöße von 108420 m/kg auszugleichen, wobei für den Tourenabfall das gleiche wie bei der Vorstraße gilt. Für die Beschleunigung des Schwungrades zwischen zwei Belastungsspitzen stehen 112080 m/kg zur Verfügung, so daß also hier kein Grund vorliegt, die Motorleistung höher als wie errechnet, festzulegen.

Nach Vorstehendem hat also der Walzenzugsmotor zu genügen für: die Leerlaufsarbeit, die Walzarbeit an der Feinstraße und die Walzarbeit an der Vorstraße. Er muß daher leisten $250 + 200 + 140 = 590$ PS.

Die erforderlichen Rechnungen sind damit durchgeführt, so daß nur noch ein kurzes Wort darüber zu sagen ist, wie sich aus den Diagrammen Schlüsse auf die Rentabilität der Anlage ziehen lassen. Da ist zunächst zu erkennen, daß die Vorstraße nicht voll ausgenutzt ist; denn die Pausen zwischen dem jeweils dritten Stich eines Blockes und dem ersten Stich des folgenden Blockes sind unverhältnismäßig groß. Weiter ergibt sich auch, daß die einzelnen Längen von der Scheere aus schon bei der jetzt vorgesehenen Ausführung nicht sofort der Feinstraße zugeführt werden können, weil sonst der Fall eintreten würde, daß sich zwei Blocklängen zu gleicher Zeit in dem gleichen Kaliber befinden müßten. Soll also die Produktionsfähigkeit der Anlage gesteigert werden, so muß zuerst hier Abhilfe geschaffen werden. In welcher Weise dies zu geschehen hat, sei es durch Anbau weiterer Walzgerüste, durch die Einführung von Doppel-Kalibern u. a. m., muß Sache der einzelnen Ausführung sein. Das einmal aufgestellte Diagramm wird es dann leicht möglich machen, die beabsichtigten Änderungen auf ihre Zweckmäßigkeit zu prüfen und die erzielte Wirtschaftlichkeit der Anlage zu bestimmen. — Die vorstehende Abhandlung soll keinen Anspruch darauf erheben, daß alle und jede Einzelheit ihrem wahren Wert entsprechend eingesetzt worden ist. Im Gegenteil, manches ist vergrößert oder verkleinert worden, um den Überblick zu erleichtern. Es kam hier nur auf die allgemeine Methode für die Bestimmung der mittleren Leistung und der günstigsten Ausgleichs-Schwungmassen an, die im Spezialfalle durch Berücksichtigung aller Einzelheiten, die hier zu weit geführt hätten, nur an Genauigkeit gewinnen kann, deren Gültigkeit aber durch das Außerachtlassen solcher Punkte bei dem durchgerechneten Beispiel nicht beeinträchtigt wird.

Kleine Nachrichten.

Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

Turmdrehkrane mit elektrischem Antriebe. Die gesteigerten Ansprüche des Weltverkehrs und die beispielsweise in den großen Waggonladungen festliegenden Kapitalien erfordern eine möglichst schnelle Abfertigung in den Werken. Diese Rücksichten und eine weitgehende Einschränkung der zur Verladung der schweren Güter nötigen menschlichen und maschinellen Hilfskräfte stellten immer höhere Anforderungen an die Hebezeuge, sowohl hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit, als auch ihrer Arbeitsgeschwindigkeit. Hier galt es eine Betriebsart zu finden, die schnelle Manövrierfähigkeit, leichte Bedienung, absolute Betriebssicherheit mit billigen Arbeitsbedingungen vereinigte.

Von den verschiedenen Betriebsarten kommen in Betracht: der Handbetrieb, der Antrieb durch Dampf, Wasser und Luft, und schließlich durch Elektrizität.

Der Handbetrieb hatte bald die Grenze seiner Leistungsfähigkeit erreicht, man war auf den Kraftbetrieb angewiesen. Um eine rationelle Arbeitsweise zu erlangen, mußte man den Einzelkraftbetrieb verlassen und zur Zentralisierung der Krafterzeugung übergehen. Man kam

Fig. 344. Fahrbarer, elektrischer Turmdrehkran.

Tragfähigkeit 2000 kg, Hub 13 m, Ausladung 14,5 m, Hubgeschwindigkeit 30 m pro Min., Drehgeschwindigkeit 120 m pro Min., Fahrgeschwindigkeit 23 m pro Min.

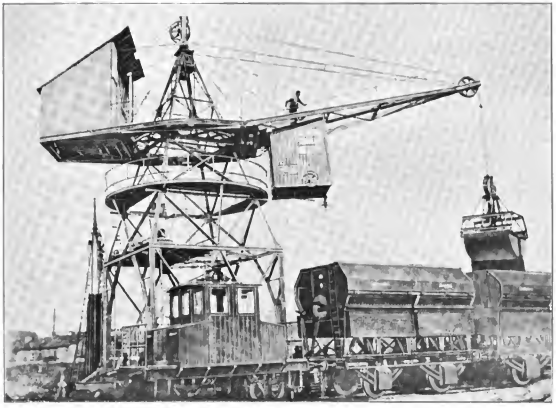


Fig. 345. Fahrbarer, elektrischer Turmdrehkran zum Löschen für Greifer- und Kübelbetrieb.

dabei zur Schaffung der Dampfzentrale. Bei der großen Ausdehnung der heutigen Kraftanlagen haften diesem Systeme indessen große Nachteile an. Die Wärmeverluste durch Strahlung und Undichtigkeiten der Dampfleitungen, ihre schwierige Instandhaltung, die Notwendigkeit häufiger Reparaturen und die Kostspieligkeit der Dampfkraft an sich, alles dies hat dazu geführt, den Dampfkran als unwirtschaftlich von großen Anlagen auszuschließen.

Bei den hydraulischen Anlagen treten die ebengenannten Übelstände in ähnlicher Weise hervor. Wegen der erforderlichen hohen Drucke ist das Dichthalten der Rohrleitung noch weit schwieriger. Es kommt hierbei aber außerdem der große Mangel hinzu, daß billige hydraulische Hebezeuge für Leerlauf und Vollast die gleiche Wassermenge benötigen, also bei den am häufigsten vorkommenden leichten und mittleren Lasten mit einem geringeren Wirkungsgrade arbeiten; außerdem kommt der Frost, welcher ein Einfrieren der Leitungsrohre verursacht, noch mit in Frage. Die Druckkraft als Antriebskraft für Krane kommt nur vereinzelt vor und spielt wegen der hohen Kosten keine Rolle. Alle diese Mängel wurden mit einem Schlage durch Anwendung der elektrischen Kraft beseitigt. Erst diese bot ein befriedigendes Mittel für den sachgemäßen Betrieb, sowohl einzelner Krane als auch weitausgedehnter Kranlagen.

Äußerst billige und dabei betriebssichere Verteilung der Arbeit bis zu den entferntesten Verbrauchsstellen, der ausgezeichnete Wirkungsgrad der Motoren, auch bei geringer Belastung, die weitgehende Regulierbarkeit der Förderungsgeschwindigkeiten, das geringe Reparaturbedürfnis, alles dies sind Vorteile, die den elektrischen Betrieb des Kranes zum billigsten und sichersten vor allen anderen machen.

Die Praxis zeigt eine ständig zunehmende Verwendung der Elektrizität zum Betriebe von Kranen, gegen die alle anderen Betriebsarten dem Umfange und der Bedeutung nach verschwinden. Durch das Zusammenwirken von Elektrotechnik und Maschinenbau sind auf der einen Seite im Laufe langer Jahre Motoren und Apparate entstanden, die besonders den eigenartigen Ansprüchen der Hebezeuge angepaßt sind, anderseits hat der Antrieb durch Elektromotoren im Maschinenbau vor allem dadurch, daß er viele Zwischenglieder, wie Seilübertragung, Wendegetriebe und Zahnräder ausschaltet, so einschnei-

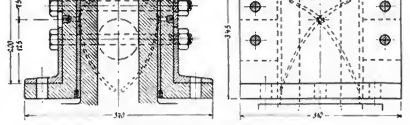
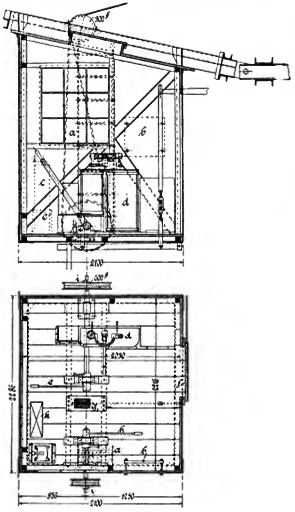


Fig. 346. Stütz- oder Kugellager.


a
b
c
d
e
f
g
h
i
k
2300
4400
3150
2300
2400
1500
2400
2400
2400

werk als nutzbares Gegengewicht ausgenutzt und ersetzt bei richtiger Wahl der Entfernung vom Mittelpunkt das Gegengewicht.

Das Lastseil geht vom Windwerk über die Spitze zum Ausleger und entlastet die Zugstangen fast vollständig von dem vermehrten Zug durch die Last, da die Resultante der Zugkräfte in den Seilen in die Richtung des Auslegers fällt.

Am Ausleger möglichst nahe an dem Turm ist das Führerhaus (Fig. 347) angehängt und hat man von ihm einen unbehinderten Überblick für das Arbeitsgebiet.

Die Drehung des Auslegers erfolgt durch einen wasserdicht gekapselten 4,5 PS Motor mittels Stirn- und Winkelräder durch ein Trieb, das in dem als Triebstock ausgebildeten Stützring des Krans eingreift (Fig. 349 und 350). Das Trieb, welches gleichzeitig als Laufrolle dient und mit Innenverzahnung versehen ist, erhält sehr stabile Zähne dadurch, daß der Teilkreis mit dem Laufrollen-

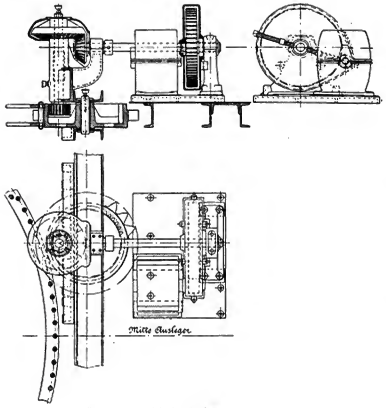


Fig. 349. Antrieb des Auslegers.

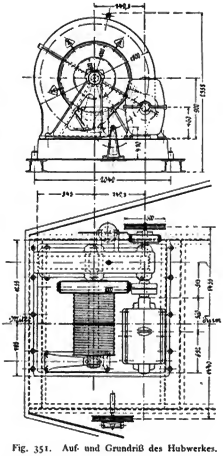


Fig. 351. Auf- und Grundriß des Hubwerkes.

Das Führerhaus enthält nur die drei Fahrschalter, von denen Hub- und Drehwerk-Fahrschalter durch Universalsteuerung miteinander verbunden sind, einen Hebel

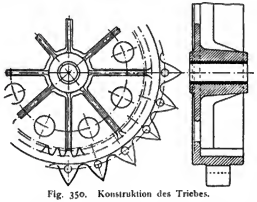


Fig. 350. Konstruktion des Triebes.

zur Bremse des Windwerkes und einen anderen zum Regulieren der Trommel für das Greiferseil; eine Fußtrittbremse für das Drehwerk. Der Führer wird durch kein Geräusch der Maschine gestört.

durchmesser zusammenfallen muß, um Gleiten der Laufrolle zu vermeiden (Fig. 350).

Durch die stabile Aufhängung, durch die Beanspruchung des Auslegers nur auf Druck, ist sein Gewicht sehr gering und die Masse, die gedreht werden soll, klein, daher geringe Beschleunigungsarbeit erforderlich. Durch die Anwendung von Kugellagern in der Spitze und durch große Rollen, die den seitlichen Druck aufnehmen, vermindert sich die Reibung.

Der Ausleger sollte an der Spitze eine Geschwindigkeit von 116 m pro Minute haben; der hierfür gewählte Motor von 4,5 PS erwies sich bei der Probe reichlich stark, indem er den Ausleger mit 144 m in der Minute bei 4 bis 5facher Probelast bewegte und mit 184 m bei leerem Haken.

Das kleine Gewicht des Auslegers ist von großem Einfluß für die Ausbildung und für das Gewicht des Turmes, deshalb sind die Teile des Auslegers besonders sauber hergestellt und das Material ist hoch beansprucht.

Das Hubwerk (Fig. 351) ist mit einem gekapselten Hauptstrommotor von 30 PS bei 290 Umdr. pro Minute für 290 Volt ausgerüstet, welcher durch eine Zahnradübersetzung von 1 : 17 die Trommelwelle antreibt. Das

Trieb aus Nickelstahl hat 12 aus dem Vollen gefräste Zähne 8 π Teilung und eine Breite von 180 mm und greift in ein gefrästes Stahlgußzahnrad von 204 Zähnen ein. Beide laufen in einem geschlossenen gußeisernen

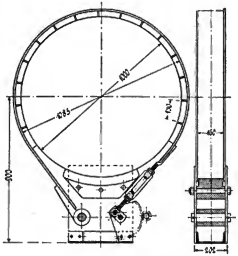


Fig. 352. Bandbremse des Hubwerkes.

Gehäuse, welches mit Schmiermaterial gefüllt ist. Der Teilkreis für die Triebzähne ist so verlegt, daß die letzteren im Grund kräftig werden.

Auf der Trommelwelle sitzt neben der festen Trommel für das Hubseil eine Trommel lose für das Greiferseil. Diese Trommel wird durch ein dünnes Seil, an dem ein Gegengewicht hängt, stets so gedreht, daß das Greiferseil sich aufwickelt. Eine kräftige Bandbremse (Fig. 352) auf der Trommel dient zum Festhalten derselben, wenn der Greifer geöffnet werden soll.

Die beiden Bandenden der Bremse sind in einem Klotz, der sich nur von unten nach oben bewegen kann, befestigt. Wird das eine Bandende durch den Steuerzug angezogen, so hebt sich der Klotz und legt sich unten gegen die Bremsscheibe, wodurch die Bremswirkung verstärkt und die Trommelwelle von den starken Zügen der Bänder entlastet wird. Der Arbeitsaufwand zum Bremsen ist hierbei gering und die Last kann gleichmäßig, wie bei einer gewöhnlichen Bandbremse gesenkt werden. Bei Anwendung einer Differentialbremse würde der Arbeitsaufwand zum Bremsen auch geringer zu machen sein, jedoch kann man dann die Last schwer gleichmäßig ablassen.

Die Hubbremse sitzt auf der verlängerten Triebwelle und wird durch Elektromagnet gelichtet, kann aber auch vom Führerhaus aus durch Handhebel geöffnet werden.

Beide Bremsen werden vom Führerhaus aus gesteuert und geschieht die Übertragung der Bewegung vom Führerkorb zum Maschinenhaus durch Drahtseile. Die unvermeidlichen Drehungen der Seile sind dadurch unschädlich gemacht, daß die Seile beim Steuern große Wege machen und auf Steuertrommeln von 600 mm Durchmesser sich auf- und abwickeln.

Der Betrieb hat gezeigt, daß diese Anordnung derjenigen von konischen Rädern und Wellen zur Übertragung vorzuziehen ist.

Der Zahnmotor steht auf einer Plattform über dem Portal und treibt durch Transmission und Räder je eine Laufrolle zu beiden Seiten des Krans an.

Die Spitze des Turms besteht aus einer Stahlgußplatte mit hohlem Zapfen, durch welche die Drähte zu den Schleifkontakten gehen, die hier oben leicht zugänglich und vor Witterungseinflüssen geschützt sind.

Auf dem oberen Zapfen dreht sich das Lagerstück des Auslegers und wird die gesamte Nutzlast nebst dem Gewicht des Auslegers und des Windwerkes von dem Kugellager getragen. Alle wagerechten Kräfte nimmt der hohle Zapfen auf. Über dem Lagerstück sind die Laufrollen für das Last- und Greiferseil (Fig. 353) soviel seitlich von der Mittellinie gelagert, daß die Resultante der Seilzüge mitten durch das Lager geht. Die Zugstangen zum Ausleger hängen an zwei zu beiden Seiten des Lagerstücks angebrachten, schmiedeeisernen Zapfen und gehen die Kräfte ebenfalls durch die Mitte des Lagers.

Das Kugellager ist leicht zugänglich. Löst man die Deckelschrauben, so setzt sich das Lagerstück auf den Ansatz des Zapfens, wobei es sich etwa 10 mm senkt, und der Lagerdeckel kann mit Kugeln und Ringen herausgenommen werden. Beim Anschrauben des Deckels hebt sich das Lagerstück vom Ansatz wieder ab.

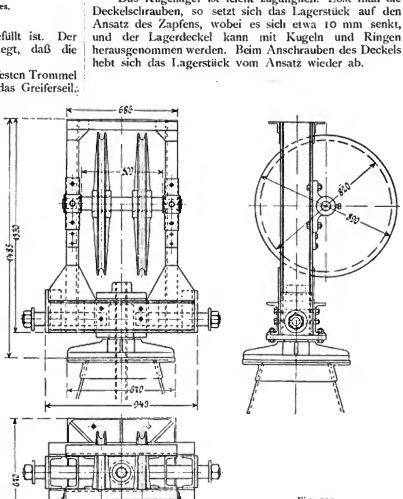


Fig. 353.
Konstruktion der Laufrollen für das Last- und Greiferseil.

Zuschriften an den Herausgeber.

(Abgedruckt ohne Verantwortlichkeit des Herausgebers.)

In Heft 6 der Zeitschrift »E. K. u. B.« vom 24. Feb. 1908 macht Herr Valatin, Ingenieur der Ganzschen Elektrizitätsgesellschaft, einige **Angaben über die Verwendung schwerer elektrischer Lokomotiven,** besonders in Italien.

Einige Ergänzungen zu den Mitteilungen des Herrn Valatin dürften nicht ohne Interesse sein.

Was zunächst europäische Bahnen betrifft, so wäre die neue von der A. E. G. gebaute Gütertyp-Lokomotive von 1050 PS Stundenleistung zu erwähnen, die auf der Kgl. Preußischen Materialprüfungsbahn Oranienburg täglich 20 Stunden im Betriebe steht und täglich 800 km zurücklegt, ferner die von den S. S. W. gebaute und für die Bahn Seebach-Wettingen gelieferte Lokomotive, die eine Stundenleistung von 1350 PS hat.

Was amerikanische Bahnen betrifft — nur nach Kenntnis aller Daten ist es möglich, einen Überblick über den gegenwärtigen Stand der Technik zu erhalten — so stehen bei der New York Newhaven & Hartford Ry. 42 Lokomotiven von je 1000 PS Stundenleistung im Betriebe. Die Spokane Inland Ry. besitzt 12 Lokomotiven von je 400 PS Stundenleistung. Für die Beförderung der Züge im St. Clair Tunnel und im Sarnia-Tunnel hat die Westinghouse-Gesellschaft Lokomotiven von je 1500 PS Stundenleistung gebaut.

Die Leistung der in Europa und Amerika bereits im Betriebe stehenden Wechselstromlokomotiven dürfte die Leistung der im Betriebe stehenden Drehstromlokomotiven daher nicht unerheblich übertreffen.

Auch zur Angabe des Herrn Valatin, die motorische Leistung der für die neu zu elektrisierenden italienischen Bahnen bestellten Lokomotiven überträfe mit 80000 PS die Gesamtleistung sämtlicher in Europa bis jetzt gebauten und im Bau befindlichen Wechselstrombahnmotoren, wäre eine Gegenüberstellung aller in Europa und Amerika gebauten Wechselstrombahnen wertvoll gewesen. Die vollständigen Unterlagen stehen mir leider derzeit nicht zur Verfügung, ich hoffe aber, in kurzer Zeit hierauf zurückkommen zu können.

Heute möchte ich daher nur feststellen, daß die A. E. G. bis jetzt 34000 PS an Wechselstrombahnmotoren gebaut hat, die S. S. W. — soweit Veröffentlichungen dieser Firma vorliegen — rd. 17000 PS, so daß für diese beiden Firmen allein in Europa bereits eine Gesamtleistung von 51000 PS nachzuweisen ist.

Ich würde Herrn Valatin ferner bitten, anzugeben, wie die angeführte Zahl von 80000 PS ermittelt worden ist, d. h. die Zahl der bestellten Lokomotiven und die Zahl, Geschwindigkeit und Stundenleistung der einzelnen auf diesen Lokomotiven verwendeten Motoren mitzuteilen. Es ist nämlich nicht zulässig, beim Vergleich der Leistung von Drehstrom- und Wechselstromlokomotiven die Leistung der einzelnen Motoren einer Drehstromlokomotive einfach zu addieren, wenn diese Motoren nicht auch gleichzeitig mit ihrer vollen Leistung arbeiten können. Die neue Ganzsche Lokomotive für die Veltlinbahn (siehe »E. K. u. B.« Heft 6 vom 23. Febr. 1907) hat beispielsweise zwei Motoren von 1500 bzw. 1300 PS Stundenleistung. Die größte Stundenleistung dieser Maschine ist daher 1500 PS und nicht vielleicht 2800.

Es scheint nicht ausgeschlossen, daß bei der Ermittlung obiger Zahl ein ähnlicher Rechenfehler unterlaufen ist.

Cronbach.

Berichtigung.

In dem Aufsatze: »**Das neue Kraftwerk der Vereinigten Gummiwarenfabriken Harburg-Wien in Harburg a. d. E.**« ist auf Seite 121, Heft 7, folgendes Druckversehen unterlaufen. Im sechsten Absatze muß es lauten: »Fig. 148 zeigt den Lageplan der Fabrik mit Verwaltungsgebäude in dem jetzigen Zustande«. Auf Seite 125 muß es links unten Fig. 160 statt 159, auf Seite 128 vor Tabelle 1 8,2% statt 82 heißen. In Tabelle 2 muß in der vierten Gruppe % gestrichen werden.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

1. Ganze Kraftanlagen (Kraftwerke).

Usine hydro-électrique de Tusciano. Von J. Spadini. (La Lum. électr., 18. Jan. 1908, S. 77.)* Wasserkraftwerk zur Stromversorgung einiger Industriegebiete Süditaliens. Höchstleistung des 280 m hohen Falles 13000 PS, von denen z. Z. 7200 verfügbar sind. 5 Generatoren zu 1400 PS, 3000 Volt. Fernleitungen 30000 Volt. Die elektrische Anlage zeichnet sich durch Übersichtlichkeit und auch räumlich streng durchgeführte Teilung der Schaltanlage in drei den verschiedenen Spannungen entsprechende Teile aus.

3. Umwandlung der mechanischen Energie in elektrische.

Standard Performances of Electrical Machinery. By R. Goldschmidt, Inst. E. E. (Elect. Engineer, 30. Jan. 1908.) Der Verfasser macht eine Reihe interessanter Angaben über Leistungsfähigkeit, Wirkungsgrad etc. von elektrischen Maschinen, an Hand zahlreicher Diagramme. Die Leistung in KW wird hierin auf 1000 Umdr. pro Min. reduziert, auf Grund der Beziehung $KW_{1000} = K \times AW \times F$ = Konstante × Amperewindung × Kraftfluß. K ist für Gleich- und Mehrphasenmaschinen mit $0{,}165 \times 10^{-9}$, für Wechselstrommaschinen mit $0{,}145 \times 10^{-9}$ angegeben.

A) Gleichstrommaschinen. Der Verfasser sucht an Hand von Schaulinien nachzuweisen, daß die Gesamtverluste für verschiedene Kraftliniendichten, innerhalb bestimmter Grenzen annähernd konstant bleiben. Die Kupferverluste sind den AW proportional. Die Ankerverluste eines 100 KW-, 500 Umdr. pro Min. -Generators bei verschiedenen AW und Kraftflüssen sind in Fig. 354 wiedergegeben. Die kleinste Zahl der AW bei 2poligen Maschinen ist mit 1000 beziffert, bei großen Maschinen müssen die Feld-AW um 25% größer als die Anker-AW sein. Der Spannungsabfall an den Bürsten ist proportional 200 Volt und nimmt mit der Geschwindigkeit zu. Aus den Wirkungsgradkurven ist zu ersehen, daß bei großen Einheiten und Geschwindigkeiten der Wirkungsgrad infolge der höheren Eisen- und Reibungsverluste geringer ist als bei kleineren Umdrehungszahlen.

B) Umformer. Der Wirkungsgrad ist um die Schleifringverluste geringer als bei gleich großen Gleichstrommaschinen, doch nimmt die Leistung um 33% bei Dreiphasen- und um 90% bei Sechsphasenanordnung ($\cos \varphi = 1$) zu. Zufolge des geringeren Leistungsfaktors ist der Unterschied jedoch nur 20 bis 40%. Für die annähernde Vorausberechnung des Wirkungsgrades gr des Umformers aus denjenigen

g des entsprechenden Generators, ist die Formel angegeben: $gr = \frac{g}{0{,}93 + 0{,}07\,g}$ bei Dreiphasen und $gr = \frac{g}{0{,}81 + 0{,}19\,g}$ bei Sechsphasenanordnung.

C) Wechselstromgeneratoren. Bei »Leistung pro 1000 Umdr.« ist von Polzahl, Durchmesser, Spannungsabfall bei Vollast, Kompoundierung abhängig, so daß ein bestimmtes Gesetz nicht abgeleitet werden kann. Die Feld-AW müssen mit Rücksicht auf den Spannungsabfall ein Vielfaches (3 bis 4) der

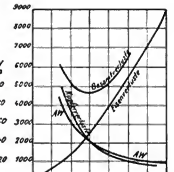


Fig. 354. Schaubild der Ankerverluste einer 100 KW-Gleichstrommaschine bei verschiedenem Kraftfluß.

Fig. 355.

Anker-AW sein. Der Gesamtwirkungsgrad großer Wechselstromgeneratoren ist bedeutend größer als bei entsprechenden J. S.-Maschinen infolge Wegfall der Kollektorverluste, bei kleinen Generatoren ist der Fall umgekehrt. Die Verluste bei Wechselstromgeneratoren sind um ca. 50 % größer als bei Drehstromgeneratoren und ändern sich mit dem Leistungsfaktor.

D) Induktionsmotoren. Der maßgebende Gesichtspunkt ist die Überlastungsfähigkeit, welche vom Kraftflusse abhängt. Der Gesamtwirkungsgrad ist von der Drehzahl unabhängig und für eine gegebene Leistung konstant. Der »scheinbare« Wirkungsgrad hängt von Polzahl, Luftspalt, bzw. der Gesamtstreuung ab, welche als Funktion der Leistung dargestellt ist. Der Leistungsfaktor als Funktion des »Streufaktors« $\left(\frac{\text{Heylandfaktor}}{\text{Polzahl}}\right)$ ist für verschiedene Überlastbarkeit graphisch dargestellt, woraus die maximal zulässige Polzahl ermittelt werden kann. Der Verfasser bespricht die Verhältnisse beim Anlassen von Induktionsmotoren direkt vom Netz oder mit ermäßigter Spannung mit Rücksicht auf deren Überlastbarkeit. Das Verhältnis Anlaß- zu Normalstrom für verschiedene Überlastbarkeit ist dargestellt in Fig. 355.

E) Transformatoren. Die maximalen Wirkungsgrade bei verschiedenen Periodenzahlen sind aufgenommen für Transformatoren über 70 KW und liegen bei 98,25 % für 25 Perioden.

5. Umformung und Aufspeicherung der elektrischen Energie.

Anwendung von Akkumulatorenbatterien. Von Ingenieur Fritz Feer. (Schweiz. E. T. Z., 7. Dez. 1907, S. 617.) Die Stadt Zürich wird durch eine 130 km lange Fernleitung mit Strom versorgt. Um bei Leitungsbrüchen bis zur Inbetriebnahme der Dampfreserven eine Momentanreserve zu haben, ist in Zürich eine Batterie aufgestellt, welche 15 Minuten 4700 PS abgeben kann und durch einen Motorgenerator mit dem Netz in Verbindung steht. Die Umschaltung vollzieht sich selbsttätig.

6. Wirtschaftliche Untersuchungen.

L'énergie des cours d'eau en Suisse. Von J. Dalemont. (La Lum. électr., 4. Jan. 1908, S. 14.) Zahlentafel der Anlagekosten verschiedener Wasserkraftwerke der Schweiz: Die Kosten für die installierte PS schwanken zwischen 400 und 1300 Frs. bei einer Höchstleistung des Werks von 12000 bzw. 2000 PS. Die gesamte in elektrischen Kraftwerken der Schweiz nutzbar gemachte Leistung betrug 1902 180000 PS, bei niedrigem Wasserstande dagegen nur 135600 PS. Dieser große Unterschied bedingt bei der rasch steigenden Belastung der Werke bedeutende Dampfreserven, so daß der Kohlenverbrauch der Schweiz durch die Wasserkraftwerke nicht vermindert, sondern im Gegenteil nur gesteigert wird. Hierbei hat jedoch die Aufstellung großer Einheiten eine viel bessere Kohlenausnutzung zur Folge, was nach des Verfassers Ansicht einen ganz bedeutenden sozialen und industriellen Fortschritt bedeutet.

2 × 110 und 2 × 220 Volt. Von C. Heim. (E. T. Z., 2. Jan. 1908, S. 23.) Die Vorteile der Spannung von 2 × 220 Volt kommen unmittelbar nur dem Elektrizitätswerk zugute. Im Interesse der Stromabnehmer ist eine Spannung von 2 × 110 Volt, um auch Metallfadenlampen von geringerer Kerzenzahl verwenden zu können. Da die Metallfadenlampen auf Spannungsschwankungen ziemlich unempfindlich sind, kann man mehr Spannungsabfall in den Leitungen zulassen, also ein größeres Gebiet mit derselben Spannung versorgen. Wegen des geringeren Stromverbrauches der Metallfadenlampen kann man außerdem mehr Lampen mit demselben Leitungsnetz speisen. Erhöht man nach Vorschlag Wikanders die Spannung auf 120 bis 130 Volt, so läßt sich die Leitungsfähigkeit eines 110 Volt-Netzes um 19 bis 40 % steigern. Mit Netzen von 2 × 110 bis 2 × 120 Volt lassen sich noch Städte von 25000 bis 30000 Einwohnern wirtschaftlich versorgen. Wegen der geringeren Empfindlichkeit der Metallfadenlampen auf Spannungsschwankungen kann der in Hausinstallationen zulässige Spannungsverlust von etwa 2 auf $3\frac{1}{2}$ bis 4 % erhöht werden. Die von den Verteilungstafeln zu den Lampen führenden Leitungen brauchen wegen der geringen Stromstärken der Metallfadenlampen in Zukunft nur auf mechanische Festigkeit hin gewählt zu werden.

Herausgegeben von Professor Dr. Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN — VERLAG MÜNCHEN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN
CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; C. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VERSENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **4. Juni 1908.** **Heft 16.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 20,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.
ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Bureaux zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36-maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.
Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.
Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Anzeigenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Über die Einführung des elektrischen Betriebes auf den Bayerischen Staatseisenbahnen. Von Prof. Dr.-Ing. W. Reichel. (Mit einer Tafel.) (Fortsetzung.) S. 309.

Das Uppenbornkraftwerk. Von H. Nitzsch, Regierungsbaumeister K. Hantschel. S. 314.

Kleine Nachrichten. S. 320. Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft: Der elektrische Kraftbetrieb der Gutehoffnungshütte. — Aus dem Rechtsleben: Verhältnis der Polizei zur Telegraphenverwaltung. — Betriebsunfall. — **Aus den Geschäftsberichten.** S. 324. Auszug aus den Berichten XIII. Geschäftsbericht der Aktiengesellschaft Straßenbahn und Elektrizitätswerk Altenburg für das Jahr 1906—1907.

Neue Bücher. S. 325. — **Zeitschriftenschau.** S. 325.

Über die Einführung des elektrischen Betriebes auf den Bayerischen Staatseisenbahnen.

Von Prof. Dr.-Ing. W. Reichel. Mit einer Tafel.

(Fortsetzung.)

Nachdem in Heft 14 die »Grundlagen zur Berechnung des Arbeitsbedarfes für elektrische Zugbeförderung auf den Bayerischen Staatseisenbahnen« in der vom **Starkstromreferat** für die jetzigen und alle späteren Untersuchungen gewählten sehr zweckmäßigen und wissenschaftlichen Form wiedergegeben worden sind, kann nunmehr auf die Besprechung **des allgemeinen Teiles A** der Denkschrift zurückgegriffen werden, und zwar zunächst auf:

I. Kraftbedarf für den elektrischen Bahnbetrieb.

Bei der Ermittlung des Kraftbedarfes wird von dem Fahrplane auszugehen sein, in welchem auch beim elektrischen Betriebe im Fernverkehr die schweren Züge des Dampfbetriebes beizubehalten sind. Denn sie treffen in den Anschlußstationen der Dampfbahnen als schwere Züge ein, müssen in der gleichen Zusammensetzung weitergeführt und anschließenden Dampfbahnen übergeben werden. Die Auflösung der Schnellzüge in kleine Einheiten würde in der Regel überhaupt unwirtschaftlich sein; müßten doch sonst in jedem Zugteil die schweren Gepäck- und Schutzwagen, Speisewagen und Schlafwagen geführt und dadurch das tote Zuggewicht im Vergleich zur Nutzlast unverhältnismäßig vergrößert werden.

Auch im reinen Güterzugverkehr wird sich beim elektrischen Betriebe eine erhebliche Verkleinerung der Zugeinheiten nicht durchführen lassen, schon um eine allzustarke Belegung der Strecke mit langsam fahrenden Zügen zu vermeiden.

Für einen Teil des Verkehrs aber können bei dem elektrischen Betriebe die Züge in kleineren Einheiten und in dichterer Folge befördert werden, wodurch vor allem eine weitgehende Anpassung der Züge an die Art des Verkehrsbedürfnisses ermöglicht wird.

Der elektrische Hauptbahnbetrieb muß daher sehr verschiedenartigen Anforderungen gerecht werden; er muß sowohl sehr schwere Züge mit großer Geschwindigkeit, als auch kleine Zugeinheiten in großen und kleinen Zeitabständen befördern.

Um nun die Belastung eines Werkes durch Bahnbetrieb festzustellen, ist von dem Arbeitsbedarf des einzelnen Zuges auszugehen, wie er in Fig. 299 bis 303 in Heft 14 dargestellt wurde.

Bei der Anfahrt braucht der Zug, um möglichst schnell seine volle Geschwindigkeit zu erreichen, einen beträchtlich größeren Arbeitsbetrag als im Beharrungszustande. Die Arbeitsaufnahme ist also stark veränderlich, und die Belastung der Kraftquellen wird, wenn die Züge in großen Zeitabschnitten und in schweren Einheiten laufen, sehr wechseln (vgl. Fig. 304 und 305, Heft 14), kann aber bei gleicher Gesamtgröße des Verkehrs um so regelmäßiger gemacht werden, je kürzer die Zugabstände, je leichter die Züge sind und je geringer die Zahl der Anfahrten ist. Vorortbahnen weisen zwar eine dichte Zugfolge auf; die Züge müssen aber sehr oft anfahren. Das Umgekehrte ist bei den Fernlinien der Fall. Eine Kraftquelle wird daher durch Linien mit verschiedenartigen Verkehrsverhältnissen in ganz verschiedener Weise belastet.

Wird für entsprechend viele Zeitabschnitte die gesamte Belastung berechnet und aufgetragen, so erhält

man eine sehr unregelmäßig begrenzte Fläche, die den Kraftbedarf der Strecke angibt (vgl. Tafel I, Heft 14).

Ihre größte Höhe läßt den Höchstbedarf an Kraft **(den sog. Spitzenbedarf)** erkennen, den das Werk im ungünstigsten Augenblick der Belastung zu decken hat.

Wird der Durchschnitt aller für 24 Stunden aufgetragenen Werte in der Weise bestimmt, daß der Inhalt der von der wagerechten Zeitlinie und der Belastungslinie eingeschlossenen Fläche gemessen und durch die Länge der Zeitlinie geteilt wird, so wird die durchschnittliche Belastung, der Mittelwert, erhalten, der viel kleiner ist als der Höchstwert.

Das Verhältnis zwischen dem auf Turbinenleistung bezogenen Höchst- und Mittelwert ist die Verhältniszahl der Belastung des Kraftwerkes, die z. B. für den auf Tafel I, Heft 14, dargestellten Feiertagsverkehr der Linie München—Garmisch-Partenkirchen mit Seitenlinien und Nahverkehr München—Gauting $\frac{21\,500\ \text{PS}}{5\,700\ \text{PS}} \sim 3{,}8$ ist.

Für den dichten Nahpersonenverkehr München—Gauting allein ist die Verhältniszahl $= 1{,}68$.

Für den in Fig. 305, Heft 14, dargestellten Sommerbetrieb der Linie Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden ist die Verhältniszahl $\frac{2950\ \text{PS}}{550\ \text{PS}} \sim 5{,}4$.

Das Verhältnis zwischen Höchstwert und Mittelwert ist von der allergrößten Bedeutung für die wirtschaftliche Ausnutzung der Wasserkräfte und für die Ausgestaltung der Wasserkraftanlagen. Die durch die Belastungsfläche in Kilowatt dargestellte Leistung gibt nämlich in anderem Maßstabe auch den Wasserverbrauch des Kraftwerkes an. Zu dieser Betrachtung denkt man sich am besten ein Rechteck, dessen Höhe gleich der größten Belastung des Werkes ist. Der innerhalb der Belastungslinie liegende, in Farben angelegte Teil des Rechtecks (s. z. B. Tafel I, Heft 14) stellt die Größe der ausgenutzten Wassermenge dar; der außerhalb der Belastungslinie liegende Teil kennzeichnet diejenige Wassermenge, die unausgenutzt abfließen muß, wenn nicht die Möglichkeit der Wasseraufspeicherung gegeben ist. So beträgt der Mittelwert für den Betrieb der Linie Salzburg—Reichenhall—Berchtesgaden 550 PS (vgl. Fig. 305, Heft 14), der Arbeitsbedarf in einem Tage berechnet sich hiernach zu $24 \times 550 = 13\,200$ PS.St. Das Werk muß aber für eine Höchstleistung von 2950 PS angelegt werden. Angenommen nun, daß bei der Saalach keinerlei Aufspeicherung möglich wäre, so würden, da das Werk bei der ununterbrochen zufließenden, der Höchstleistung entsprechenden Wassermenge eine Arbeit von $24 \times 2950 = 70\,800$ PS.St. leisten könnte, $70\,800 - 13\,200 = 57\,600$ PS.St. oder $81\frac{1}{2}\,\%$ der verfügbaren Kraft verloren gehen.

Das in Aussicht genommene Werk wird natürlich soweit als möglich aufspeicherungsfähig gebaut werden.

Der beim elektrischen Hauptbahnbetrieb die wirtschaftliche Ausnutzung wesentlich beeinflussende Unterschied zwischen Höchst- und Mittelwert weist darauf hin:

a) das Verhältnis zwischen größter Leistungsfähigkeit und mittlerer Belastung einer Wasserkraftanlage dadurch möglichst günstig zu gestalten, daß außer dem elektrischen Bahnbetrieb noch andere, mehr mit gleichmäßiger Belastung arbeitende Abnehmer an das Werk angeschlossen werden,

b) von der Wasseraufspeicherung, wo es nur immer die örtlichen Verhältnisse ermöglichen, Gebrauch zu machen.

Eine Anlage, die in hohem Maße den wirtschaftlichen Forderungen der Wasserkraftausnutzung entspricht, wird das Walchenseewerk sein, das vorwiegend dem elektrischen Bahnbetriebe, und zwar zunächst der Linie München—Garmisch-Partenkirchen mit ihren Abzweiglinien dienen soll. Wie vorteilhaft sich der Walchensee infolge seiner großen Oberfläche eignet, den wechselnden Kraftbedarf dieser Linien (Tafel I, Heft 14) auszugleichen, ergibt folgende Berechnung.

Um bei 200 m Gefälle im Mittel 5700 PS zu erhalten, müssen dem See in der Sekunde $\frac{5700}{10 \times 200} = 2{,}85$ cbm, in einem Tag also $2{,}85 \times 24 \times 3600 = 246\,240$ cbm entnommen werden. Die hierdurch bewirkte Wasserspiegelsenkung beträgt bei dem Flächeninhalt des Sees von 16,4 qkm in 24 Stunden nur $\frac{246\,240 \times 1000}{16\,400\,000} = 15{,}1$ mm.

Die Senkung, die der Walchensee durch die mittlere Tagesbeanspruchung von 5700 PS, selbst wenn während des ganzen Tages kein Wasser mehr zufließen würde, erfährt, ist also sehr klein.

Der Walchensee macht es also möglich, durch den aufgespeicherten Wasservorrat im Bedarfsfalle auch Höchstwerte zu decken, die den Mittelwert um ein Vielfaches übersteigen, und das Walchenseewerk kann nun durch Fernübertragungsleitungen mit solchen Wasserkraftanlagen an Flüssen verbunden werden, welche mit großen Wassermengen, aber geringem Gefälle arbeiten und daher wenig oder gar nicht aufspeicherungsfähig sind (Niederdruckwerke). Bei dieser Verbindung übernimmt das Walchenseewerk die Deckung des Spitzenbedarfes der Niederdruckwerke.

Außer der hydraulischen Aufspeicherung kann in bestimmten Fällen auch die Aufspeicherung in elektrischen Akkumulatoren von Wichtigkeit werden. Im Gegensatz zu den hydraulischen Aufspeicherungsanlagen, die unter Umständen weit entfernt vom Verwendungsgebiete liegen, kann eine Akkumulatorenbatterie in den Schwerpunkt des Verbrauchsgebietes gelegt werden.

Bei der elektrischen Aufspeicherung braucht die Fernleitung nur für die mittlere Belastung bemessen zu werden, weil hier der im Verwendungsgebiete befindliche elektrische Akkumulator die Deckung des Spitzenbedarfes übernimmt.

Auch Wärmekraftmaschinen können zur Deckung des Spitzenbedarfes verwendet werden, und zwar mit Vorteil dann, wenn die in Bayern befindlichen Lager geringwertiger Brennstoffe zur Ausbeute gelangen.

Um nun feststellen zu können, ob denn überhaupt die verfügbaren Wasserkräfte ausreichen würden, um selbst bei Ausdehnung des elektrischen Betriebes auf sämtliche Bahnlinien den Strombedarf zu decken, war es notwendig, die Berechnungen für den Arbeitsbedarf auf das ganze Eisenbahnnetz z. d. Rh. auszudehnen.

Die Berechnungen sollen erkennen lassen, auf welchen Linien finanzielle Erfolge zu erwarten sind. Die Ergebnisse der Studien über den Arbeitsbedarf sind in der Tafel II, Heft 14, rechte Figur, niedergelegt. In dieser hochinteressanten Karte ist zu jedem Streckenabschnitt in Bruchform der tägliche Arbeitsbedarf in Kilowattstunden und die Länge des Abschnittes in Kilometern eingeschrieben. Die Berechnung ist für den Durchschnitt des Juli 1906 durchgeführt, und zwar getrennt für den Personen-, Güter- und Nebenbahnverkehr.

Das wichtige Ergebnis dieser sehr ausgedehnten Untersuchungen ist in folgenden ebenfalls hochinteressanten Ziffern zusammengefaßt und in der zweiten Karte der Tafel II, Heft 14, linke Figur, dargestellt.

Vergleichspunkt	
23. Arbeitsstrecke, gewinnung.	Bei Gleichstrom ist η_W = als Motor / Arbeit (Watt
24. Ausbeutungsgrad möglichsten für die Stromkraft.	1. Ohne Schwungmassen: 1000 Volt; wegen Anwendung. Gut für Hauptbahnen.
25. Bauart der Fahrzeitmesser.	Einfach für Straßenbahnen; ausbildbar.
26. Trägerverbindungen für Oberleitung.	Für einfache Leitungsanlagen. Von hohen Spannungen.
27. Aufbau der Oberleitung und Art der Stromabnahme. (Vgl. hierzu Verhalten des Motors bei Unterspannung, Anfahl etc. Nr. 27.)	Für leichtere Betriebe. Für schwere Betriebe. (Größer als bei Spezialfahrleitungen.)
28. Reibungsverhältnisse. Elektrolytische Erscheinungen. Gefährdung von Menschen.	Für Straßenbahnen. (Geringer als bei Vollbahnen.)
29. Reinheit der Luft.	Für Bergwerke, Tunnel etc.
30. Kosten der Anlage.	Größer als bei Gleichstrom.
31. Allgemeine Verbilligung der Betriebsspannung.	Sehr günstig. Verbilligt die Anlage.
32. Verwendbarkeit von Spannungen.	Für große Spannungen und Fernübertragung.
33. Leitung. Energieverlust bei gleicher Spannung.	Nur möglich.
34. Kupferaufwand bei gleicher Leistung und gleicher Spannung.	Im umfangreichsten Maße.
35. Aufwand an Isolationsmaterial.	Gering.
36. Bedingungen für Anwendung fremder Kraft. (Wasserkräfte.)	Wenig geeignet. Nur in besonderen Fällen.
37. Kosten der Zentralstation.	Am billigsten.

zitätswerk.

nlagen können für größere Leistungen gebaut werden als bei Gleichstrom.

n können je nach Größe der Maschine in dieser selbst hergestellt werden; außerdem schinenspannungen wirtschaftlich durch ruhende Transformatoren auf sehr hohe Übertragt werden.

if die Fernübertragung beschränkt. lig. | Fahrdrahtschaltanlage einfolig.

u bei Verminderung der Polwechselzahl zu. nen ohne weiteres erreichbar, mit Dampfturbinen schwieriger.

ltteilbar unter Zubilfenahme von Umformermaschinen möglich. Die Wirtschaftlichkeit ümung kleiner als bei Gleichstrom. Aufspeicherung trotzdem zur gleichmäßigen Beerfähiger Wasserkräfte nützlich. [2])

ahl gibt größere Abmessungen tismaschinen und erhöhte An- | Kollektormotor für Antrieb von Arbeitsmaschinen geeignet, aber teurer als der Drehstrommotor und empfindlicher.

st ist höhere Zahl als 50 erwünscht, also Umformung notwendig.
chstrom nach Umformung verwendbar. Für gleichzeitige Verwendung der Dynamos Wechselstrom besonders vorteilhaft. Elektrischer Vollbahnbetrieb erfordert wegen rieben.

nen und Transformatoren am r Schaltanlage größer als bei | Maschinenkosten größer, da um 30 % geringer als bei Drehstrom. Gesamtkosten größer als bei Drehstrom. schlechter ausgenutzt als mit Drehstrom. Schaltanlagekosten ge-

Weil aber bei einpoliger Wechselstromleitung ohne Beeinträchtigung der Isolationsgüte eine höhere Betriebsspannung verwendbar, so kann Einphasenspannung höher als Drehstromspannung gewählt werden, um bei gleichen Speisepunktentfernungen $l_1 = l_2$ dieselben Verluste zu erhalten. Aus

$$\frac{E_1}{E_2} = \sqrt{\frac{3 \cdot K\varrho_1 + K\varrho_2}{2 K\varrho_1 + K\varrho_2}} = \sqrt{1{,}79} \text{ oder } E_2 = 1{,}335\, E_1$$

folgt, daß mit Spannungserhöhung von 33,5 % für beide Stromarten gleich günstige Verhältnisse erzielbar. Einer höchsten Drehstromspannung von 5000 Volt würde eine Einphasenspannung von $5000 \cdot 1{,}335 = 6675$ Volt entsprechen. Also Einphasenstrom überlegen.

[3]) Bezeichnet: J Stromstärke im Draht, l einfache Leitungslänge in km, R Wattwiderstand von 1 km Leitungsdraht, p prozentualen Arbeitsverlust, W Leistung in Kilowatt und n Anzahl Leiter (2 bei Wechselstrom, 3 bei Drehstrom). E Spannung in Kilovolt, $f = 1$ bei einfachem Wechselstrom und $= \sqrt{3}$ bei Drehstrom, so gilt:

$$J = \frac{10 \cdot p \cdot W}{n \cdot f^2 \cdot E^2 \cdot \cos^2 \varphi \cdot p} = \frac{10 \cdot f^2 \cdot E^2 \cdot \cos^2 \varphi \cdot p}{W \cdot n \cdot R}.$$

Da $R = \frac{l}{q \cdot k}$ (k Leitfähigkeit, q Querschnitt in qmm, so folgt:

$$p = \frac{l \cdot W \cdot n}{10 \cdot f^2 \cdot E^2 \cdot \cos^2 \varphi \cdot p \cdot k}.$$

Hieraus Kupfergewicht bei Zuschlag von 10 % für Verdrillung und Durchhang (spezifisches Gewicht 8,94):

$$G = \frac{9{,}85 \cdot l^2 \cdot n^2 \cdot W}{10000 \cdot f^2 \cdot E^2 \cdot \cos^2 \varphi \cdot p \cdot k} \text{ (Tonnen).}$$

Das aufzuwendende Kupfergewicht also umgekehrt proportional zum Quadrate des Leistungsfaktors und Quadrate der Spannung.

Wenn $C = \frac{9{,}85 \cdot l^2 \cdot W}{10000 \cdot E^2 \cos^2 \varphi \cdot p \cdot k}$ für die 2 Stromarten konstant, so gilt für Wechselstrom $G = C \cdot \frac{n^2}{f^2} = 4\,\mathrm{C}$, für Drehstrom $G = 3\,C$. Kupferaufwand bei Drehstrom daher das $\frac{3\,\mathrm{C}}{4\,\mathrm{C}} = 0{,}75$ fache des Kupferaufwandes bei Wechselstrom.

[3]) Mit Rücksicht hierauf kann gegebenenfalls Fernübertragung mit Drehstrom angewendet werden, wenn Akkumulatoren billig.

Tafel V

Druck und Verlag von R. Oldenbourg in München u. Berlin

leichstrom	Drehstrom	Wechselstrom
Auftuggewicht, s = Steigung in Promille, r = Geschwindigkeit in km, w = Widerstand, η_g = Wirkungsgrad der Maschine als Generator und sei $\eta_g = \eta_m = \eta$, so wird die Größe der Arbeitsrückgewinnung in Watt ausgedrückt ($Watt_g$) abhängig von der aufgewendeten		
	$Watt_g = Watt_m \dfrac{Q\,(s-w)\,\frac{v_g}{3{,}6} \times 9{,}81 \times \eta_g}{Q\,(s+w)\,\frac{v_m}{3{,}6} \times 9{,}81 \times \frac{1}{\eta_m}} = Watt_m \times \dfrac{s-w}{s+w}\,\eta^2.$	
ist um so größer, je größer s und je kleiner w, je kleiner also die Fahrgeschwindigkeit ist.		
Rückgewinnung setzt voraus, daß gewonnene Bremsarbeit vom Bahnnetz aufnehmbar, da andernfalls Bremsung nicht betriebssicher		
Nebenschlußmotoren durch Fehl- leiten Geschwindigkeits- , (bei Bergbahnen an-	Arbeitsrückgewinnung ohne weiteres möglich.	Nach Ausführung besonderer Schaltung möglich Leichter bei Reihenkurzschlußmotoren als bei Reihen- schlußmotoren. Noch nicht angewendet.

Fahrdrahtanlage und Rückleitung.

Diene wegen geringer t für weniger als umständlicher Weichen- ährlichkeit auf Bahn- ahnen nicht geeignet. Oberleitung mit Viel- für hohe Spannung und windigkeit ausführbar, annungen wegen Bau ausgiebiger Gebrauch.	Als Oberleitung zweipolig und auch für hohe Spannung ausführbar, jedoch nicht in der Spannungshöhe wie bei Wechselstrom; beide Leitungen in gleicher Höhe nebeneinander symmetrisch zum Gleis. Ausführung als Vielfachaufhängung, für hohe Geschwindigkeit erschwert.	Einpolige Oberleitung mit Vielfachaufhängung: für sehr hohe Spannung und für große Fahrgeschwindigkeiten geeignet und erprobt. Spannung wegen der einfachen Isolierung wesentlich größer als bei Drehstrom.
Oberleitung und Bügel- für Vielfachaufhängung	Gegenseitige Isolation zweier Oberleitungen für Hochspannung und Vielfachaufhängung sehr schwierig. An Weichen isolierende Trennstrecken mit genauer Lagerung zu den Schienenweichen erforderlich. Schwerere Bauart als bei einpoligen Leitungen, besonders in den Weichen und Kurven.	Einfach für hohe Spannung. Sichere Lage durch Anwendung der Vielfachaufhängung für Befahren der Weichen mit großen Geschwindigkeiten. Isolation ausführbar für die höchste anwendbare Betriebsspannung.
Wechselstrom wegen ürken.	In Rücksicht auf Festigkeit und Abnützung durch (z. B. 100 qmm).	Bügelstromabnehmer kleinster Querschnitt zu wählen.
	Kupferaufwand = 2. Wertverminderung durch Abnützung = 2. Isolation zweimal auszuführen und in Weichen schwierig.	Kupferaufwand und Wertverminderung = 1. Isolation einmal.

Isolation der Wechselstromleitung gestattet Anwendung einer höheren Spannung als bei Drehstrom. Dadurch kann Entfernung der ...tz halben Kupfergewichtes mindestens so groß genommen werden, als bei Drehstrom[1]).

elektrolytischer Er- erlert Anwendung von nd Saugkabeln.	Trotz geringer Stromstärke Spannungsabfall in Schienen ungünstiger als bei Gleichstrom. Wechselstromwiderstand je nach Polwechselzahl eines Mehrfachen des Gleichstromwiderstandes. (Vgl. Nr. 27.) Daher Polwechselzahl klein halten (32 bis 50); wenig elektrolytische Wirkungen.	
ei Wechselströmen.	Beseitigung störender Beeinflussungen erfordert eingreifende Veränderungen der Schwachstromleitungen.	
Wechselstrom.	Am größten.	Am kleinsten.

Fernleitungsanlage für Übertragung mit hohen Spannungen.

keine erschwerenden en, Isolation weniger	Von der Zahl der Strompulse abhängige, unvermeidbare, die Wirtschaftlichkeit beeinträchtigende Erscheinungen.	
cken Übertragung mit Gleichstrom oder Dreh- ung auf Gleichstrom ostspielig und unwirt-	Für große Strecken Kraftübertragung mit Spannungen vom Mehrfachen der Fahrdrahtspannung möglich; nur abhängig von der Isolationsgrenze; einfache Spannungsumsetzung mit ruhenden Transformatoren. Zahl der Speisepunkte geringer als bei Gleichstrom.	
vom Kupferverlust.	Abhängig vom Leistungsfaktor und Polwechselzahl. Letztere daher klein zu wählen.	
...u Verhältnis des Leist- ger als bei Wechsel- . Doch größer als bei igung.	Am geringsten; beträgt das 0,75 fache[2]) der Wechselstromübertragung.	Beträgt das 1,33 fache[2]) der Drehstromübertragung.
	Ist keine Unterteilung des Querschnitts in mehrere Leiter notwendig, so verhalten sich bei gleicher Spannung gegen Erde die Kosten Drehstrom zu Wechselstrom wie 3 : 2.	
r Spannungshöhe we- ür Übertragung großer entfernt liegenden Ver-	Am günstigsten, da Leitungskosten bei allen Vorteilen der Wechselstromübertragung am geringsten.	Ungünstiger als Drehstrom. Bei eventueller Fernübertragung mit Drehstrom wird Änderung der Spannung mit Scottscher Schaltung für Hauptbahnbetrieb zu verwickelt und Transformatorenanlage teurer.
bei Drehstrom-Gleich-	Größer als bei Wechselstrom.	Am kleinsten.

1	2	3	4	5	6	7
Durchschnittliche Tagesleistung im Juli 1906	Fahrleistung in Brutto-tkm	Anteil in %	Arbeitsverbrauch in KW.St.	Anteil in % an der Streckenleistung	Anteil in % an der Gesamtleistung	Arbeitsverbrauch für 1 Brutto-tkm in W.St.
Hauptbahnlinien:						
Personenverkehr . . .	13 762 672	34,5	574 800	44,2	40,0	41,75
Güterverkehr	23 778 508	59,6	646 010	49,7	45,0	27,2
Nebenbahnlinien:						
Personen- und Güterverkehr	2 344 752	5,9	78 525	6,1	5,5	33,4
Ges. Streckendienst .	39 886 022	100,0	1 299 425	100,0	—	32,6
Verschubdienst	—	—	135 400	—	9,5	—
Verbrauch für Zugbeförderung auf den Staatseisenbahnen .	—	—	1 434 825	—	100,0	36,0
Desgl. auf Privatlokalbahnen	322 710	—	12 270	—	—	38,2
Insgesamt	40 208 732 t/km		1 447 095 KW.St.			36

Hier ist der Arbeitsbedarf jeder Strecke durch Streifen angegeben, deren Breite dem auf 1 km Streckenlänge treffenden Arbeitsbedarf in Kilowattstunden entspricht, also den Wert des in der rechten Figur den Strecken beigesetzten Bruches $\frac{\text{Kilowattstunden}}{\text{Kilometer}}$ darstellt.

Aus dem Gesichtspunkte der Kohlenersparnis betrachtet, zeigt ferner die linke Karte in anderem Maßstabe noch an, welche Strecken in erster Linie für den elektrischen Betrieb in Frage kommen könnten.

Die beiden Tafeln geben auch die Unterlagen für die Berechnungen, die für die Übertragung der elektrischen Arbeit von den Kraftquellen nach den Verbrauchsgebieten anzustellen sind.

Um diese Berechnungen zu erleichtern, wurden die einzelnen Streckenabschnitte der Tafel II in je zwei Teile getrennt und die Teilstrecken zu Hauptspeisepunkten zusammengezogen, die in der Tafel mit fortlaufenden Nummern bezeichnet sind. Das ganze Netz ist dadurch in Belastungsgebiete eingeteilt.

In den Speisepunkten ist nicht nur der Arbeitsbedarf für die Zugbeförderung auf den einzelnen Strecken abzugeben, sondern auch für die Beheizung der Züge, für die Erzeugung der Bremsluft, ferner für den Verschubdienst auf den Bahnhöfen und für die Verluste, welche durch die Zuleitung des Stromes in den Fahrdrahtleitungen von den Speisepunkten bis zu den Stromabnehmern der Lokomotiven erwachsen. Die auf die einzelnen Speisepunkte entfallenden Kilowattstunden, die insgesamt an die Strecke abzugeben wären, sind in einer Tabelle der Tafel II zusammengestellt.

Werden diese Tagesarbeitsziffern durch 24 geteilt, so erhält man die durchschnittliche Größe des Arbeitsbedarfes in Kilowatt für jeden Speisepunkt.

Der gesamte Tagesverbrauch des Staatsbahnnetzes an elektrischer, zu den Speisepunkten gelieferter Arbeit würde 1 434 825 KW.St. betragen.

Die für die Speisepunkte berechneten Werte müssen noch reichliche Zuschläge erhalten, und zwar 10% für Unregelmäßigkeit, 15% für Umformungsverluste und 25% für Verluste in den Fernleitungen.

Von den Turbinen der Wasserkraftwerke würden daher zur Bewältigung des Verkehrs vom Juli 1906

$$\frac{1\,435\,000}{0{,}9 \times 0{,}85 \times 0{,}75 \times 0{,}736} = 3\,400\,000 \text{ PS.St. oder im}$$

Tagesdurchschnitt $3\,400\,000 : 24 = 142\,000$ PS zu leisten sein.

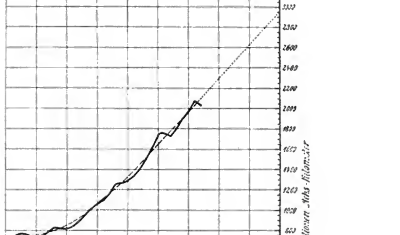


Fig. 356. Übersicht der Verkehrszunahme seit dem Jahre 1875.

Es fragt sich nun, bis zu welchem Maße diese **mittlere** Leistung unter Zuhilfenahme von Aufspeicherungsanlagen zu steigern wäre, um auch die **Höchstleistung,** den **Spitzenbedarf,** decken zu können, und da kommt es auf die Verhältniszahl an. Mit Rücksicht darauf, daß die Hauptbahnen mit rd. 94% am Arbeitsverbrauch beteiligt sind und deren Verhältniszahl nahe 2,5 liegt, dürfte für den auf das ganze Netz ausgedehnten Betrieb eine mittlere Verhältniszahl von 3 angenommen werden können. Die Höchstleistung der Kraftmaschinen, welche auch für die Abmessungen der Übertragungsleitungen wichtig ist, müßte also rd. $3 \times 142\,000 = \mathbf{426\,000\ PS}$ betragen.

Um auch auf die voraussichtlich weitere Entwicklung Rücksicht zu nehmen, sind in der vorstehenden Schaulinie die Verkehrsleistungen in Achs-km für die Zeit von 1875 bis 1907 aufgetragen. Auf Grund der bisherigen Entwicklung läßt sich die Annahme vertreten, daß der weitere Verlauf ungefähr der punktierten Fortsetzungslinie folgen kann.

Wenn angenommen werden darf, daß die weitere Entwicklung des Verkehrs sich nach der punktierten Linie vollzieht, so steigt die Fahrleistung von Mill. 2077 im Jahre 1906 bis zum Jahre 1920 auf Mill. 2950 Achs-km. Das entspräche einer Zunahme von 42%.

Unter dieser Annahme müßte im Jahre 1920 die mittlere Leistung der Wasserkräfte $142\,000 \times 1{,}42 = 202\,000$ PS betragen. Nimmt man wie früher das Verhältnis zwischen Höchstbelastung und mittlerer Belastung mit 3 : 1 an, so müßte die Höchstleistung der Wasserkraftmaschinen 606 000 PS betragen, immer vorausgesetzt, daß die Einführung des elektrischen Betriebes für das ganze Bahnnetz möglich wäre.

Die für einen Julitag des Jahres 1906 durchgeführten Berechnungen geben ein Bild von den durchschnittlichen Belastungsverhältnissen eines einzelnen Tages; sie geben aber noch kein Bild von der Veränderung, welche der Arbeitsbedarf im Laufe des Jahres erfährt. Diese Veränderung ist für die einzelnen Monate des Jahres 1906 ermittelt worden und in Fig. 317 (Heft 14) dargestellt und zeigt, daß die gesamte Belastung während eines Jahres sich verhältnismäßig wenig ändert, weil der Unterschied der Verkehrsleistungen im Sommer und

Winter überhaupt nicht sehr groß ist und außerdem noch der Abnahme des Kraftbedarfes für Zugbeförderung im Winter der Bedarf für Heizung gegenübersteht.

Es genügt daher im allgemeinen, wenn die Kraftquellen die täglichen und wöchentlichen Schwankungen der Belastung auszugleichen vermögen.

Der Jahresverbrauch für die elektrische Zugbeförderung ist in der folgenden Zusammenstellung angegeben.

1	2	3	4	5	6	7	8
Jahresverbrauch 1906	Fahrleistung in Brutto-t/km	Anteil in %	Arbeitsverbrauch in KW.St. Einzelwerte	Summe	Anteil in % an Summe I	II	III
Hauptbahnlinien:							
Personenverkehr	4 342 307 595	31,12	181 291 500	—	38,14	35,01	33,98
Güterverkehr	8 923 488 745	63,94	242 540 500	—	51,03	46,84	45,47
Nebenbahnlinien:							
Personen- und Güterverkehr	689 198 575	4,94	23 074 000	—	4,85	4,46	4,33
Heizung der Züge	—	—	28 378 000	—	5,98	5,48	5,32
I. Gesamter Streckendienst	13 954 994 915	100,0	—	475 284 000	100,0	—	—
Verschubdienst	—	—	42 555 000	—	—	8,21	7,98
II. Gesamte Zugbeförderung	—	—	—	517 839 000	—	100,0	—
Stationsbeleuchtung	—	—	12 572 000	—	—	—	2,36
Motorische Antriebe	—	—	2 980 000	—	—	—	0,56
III. Insgesamt für Eisenbahnbetrieb	—	—	—	533 400 000	—	—	100,0

Beträgt hiernach der Arbeitsverbrauch des Jahres 1906 für Zugbeförderung 517 839 000 KW.St., so entfallen auf einen Tag im Durchschnitt 1 418 735 KW.St. Der für einen Julitag ermittelte und auf Tafel II, Heft 14, dargestellte Verbrauch beträgt 1 434 825 KW.St., weicht also vom Jahresmittel nur um 1,12 % ab. Somit kann die auf Tafel II (Heft 14) dargestellte Leistung ohne nennenswerten Fehler als Darstellung des durchschnittlichen Tagesarbeitsbedarfes für das ganze Betriebsjahr angesehen werden.

Wie stellt sich nun dem berechneten Kraftbedarfe gegenüber der Vorrat an Wasserkräften?

Nach der Übersicht auf S. 450 der Denkschrift »Die Wasserkräfte Bayerns« beträgt die Zahl der durch Ausnutzung der Flußgefälle noch gewinnbaren Pferdekräfte rd. 300 000. Diese Zahl gibt aber nur die Mindestleistung an, die ununterbrochen für das ganze Jahr vorhanden ist. Die erreichbare Leistung ist größer.

Es darf daher angenommen werden, daß der für **den elektrischen Bahnbetrieb berechnete Kraftbedarf durch die vorhandenen Wasserkräfte des Landes gedeckt und an eine weitgehende Einführung des elektrischen Betriebes auf den Hauptbahnen** gedacht werden könnte.

Wenn die Höhe des Kraftbedarfes festliegt, entsteht weiter die Frage nach:

II. Wahl der Stromart.

Eine der wichtigsten und schwierigsten Fragen bei der Einführung des elektrischen Betriebes ist die richtige Wahl der Stromart. Die Untersuchungen, welche hier angestellt werden müssen, wurden in einen besonderen Anhang verwiesen, und die eigentliche Denkschrift gibt nur die Hauptergebnisse wieder.

Der elektrische Hauptbahnbetrieb stellt an die Stromart folgende Forderungen: 1. Sie muß elektrische Arbeit in wirtschaftlicher Weise auf große Entfernungen übertragen; 2. der Motor muß bei dauerhafter Bauart den besonderen Verhältnissen des Eisenbahnbetriebes entsprechen, insbesondere eine ausgiebige Veränderlichkeit der Geschwindigkeit, große Zugkraft beim Anfahren und möglichste Unabhängigkeit der Zugkraft vom Spannungsabfall besitzen.

a) Die **wirtschaftliche Übertragung** elektrischer Kräfte auf große Strecken durch Fernleitungen fordert, daß die Stromstärke klein, die Spannung groß ist. Eine Berechnung ergibt z. B., daß zur Übertragung einer Leistung von 10 000 KW — 13 500 PS vom künftigen Walchenseewerk nach Pasing (75 km) bei 25 000 Volt Spannung für die Leitung ein Kupferaufwand von 1040 t, bei 50 000 Volt Spannung bei gleichem Verlust ein Kupferaufwand von nur 260 t erforderlich ist.

b) Der Motor.

I. Der Gleichstrommotor, der im übrigen ein vorzüglicher Bahnmotor von großer Zugkraft und veränderlicher Geschwindigkeit ist, kann nur mit verhältnismäßig niedriger Spannung arbeiten. Die Gleichstromübertragung beim elektrischen Hauptbahnbetriebe muß sich also, da die Lokomotivmotoren nur geringe Spannung verarbeiten können, mit großer Stromstärke abfinden und entspricht daher nicht den Anforderungen des Hauptbahnbetriebes.

II. Der Wechselstrommotor. Wechselströme können in sehr hohen Spannungen erzeugt werden. Es ist also möglich, in Fernleitungen von kleinem Querschnitte hochgespannte Ströme auf große Entfernungen in wirtschaftlicher Weise zu übertragen. Nicht ohne weiteres möglich ist es jedoch, diese hochgespannten Ströme unmittelbar in die Lokomotivmotoren einzuführen. Daher muß zwischen Fernleitung und Motor eine Umformung des hochgespannten Wechselstromes auf weniger hochgespannten Strom eintreten.

Diese Umformung ist in zweifacher Weise möglich:

a) Durch Drehumformer kann Wechselstrom in Gleichstrom umgewandelt werden. Dieses Verfahren eignet sich aber nur für engbegrenzte Bahnnetze; bei größerer Ausdehnung haften dem System finanzielle Nachteile insoferne an, als die Drehumformeranlagen sehr teuer sind und ständige Bedienung erfordern.

b) Durch feststehene Transformatoren können Wechselströme auf sehr einfachem Wege auf beliebige Spannungen gebracht werden.

Hinsichtlich der Fernübertragung und Umformung ist der Wechselstrom somit dem Gleichstrom entschieden überlegen.

Nun fragt es sich weiter, welche Art des Wechselstromes für den Hauptbahnbetrieb am besten geeignet ist, der dreiphasige Wechselstrom (Drehstrom), der durch drei Leitungen gekennzeichnet ist, oder der ein-

phasige Wechselstrom, der wie der Gleichstrom nur zwei Leitungen braucht.

Der Drehstrom kann vermöge seiner Eigenart mit dem geringsten Kupferaufwande elektrische Arbeit auf sehr große Entfernungen übertragen. Auch der Drehstrommotor, der einfachste Motor, den es gibt, ist an sich eine vorzügliche Kraftmaschine; er hat aber für den Bahnbetrieb den Nachteil gleichförmiger Umdrehungsgeschwindigkeit für alle Belastungen innerhalb aller Schaltstufen. Die Fahrgeschwindigkeit der Drehstromlokomotive ist daher nicht in dem wünschenswerten Maße veränderlich.

Große Schwierigkeiten entstehen hier ferner durch die dreiteilige Fahrdrahtleitung. Von den drei Leitungen wird die eine mit den Fahrschienen verbunden, die anderen müssen als zwei voneinander getrennte und isolierte Freileitungen angeordnet werden. Dies bietet schon für die freie Strecke gegenüber der einfachen Luftleitung eine Erschwerung. Noch mehr tritt dieser Nachteil in den Bahnhöfen hervor, die bei Hauptbahnen zahlreich und ausgedehnt sind.

Der einphasige Wechselstrom, kurz Wechselstrom genannt. Hinsichtlich der Fernübertragung entspricht diese Stromart den zu stellenden Anforderungen. Hinsichtlich der Einfachheit in der Umformung ist der Wechselstrom dem Drehstrom ebenbürtig. Überlegen ist er hinsichtlich der Fahrdrahtleitung, da diese hier nur aus einem Drahte besteht.

Die großen Fortschritte, welche die Wechselstrom-Kommutatormotoren trotz der erst kurzen Zeit ihres Bestehens aufzuweisen haben, berechtigen zu der Erwartung, daß sie hinsichtlich der Dauerhaftigkeit und Betriebssicherheit den zu stellenden Anforderungen genügen werden.

Die Frage der Arbeits-Rückgewinnung ist im Anhang näher behandelt; sie ist für die Wahl der Stromart ohne Belang.

Der **einphasige Wechselstrom** kann daher nach dem heutigen Stande der Technik als **diejenige Stromart** bezeichnet werden, welche den **Anforderungen des Hauptbahnbetriebes im ganzen am besten entsprechen dürfte.**

Der vorstehende Abschnitt über die Wahl der Stromart ist im Anhang zur Denkschrift noch weiter ausgesponnen und ist vom Kraftverbrauch ausgegangen, der für den Schnellzug von 300 t Anhängelast beim Anfahren 1500 PS, bei Fahrt 950 PS und für den Güterzug von 600 t Anhängelast 900 bzw. 470 PS beträgt.

Besonders bemerkenswerte Einzelheiten der Betrachtung seien hier noch wiedergegeben.

I. Gleichstrom.

Bei Gleichstrom kommen für Hauptbahnen zwei Arten der Stromzuführung in Frage:

α) für Spannungen bis 1000 Volt (Niederspannung) eine seitlich an den Fahrschienen isoliert gelagerte Eisenschiene, sog. »dritte Schiene«;

β) für Spannungen über 1000 Volt die Oberleitung.

Die »dritte Schiene« wird gewählt, um mit billigem Material großen Querschnitt zu erhalten, der für die große Stromstärke der Niederspannung erforderlich ist.

Um einer Lokomotive die Leistung von 1500 PS zuzuführen, ist bei einer Spannung von 1000 Volt eine Stromstärke von 1300 Amp. erforderlich. Eine Schiene der Form X von 34,5 kg/m Gewicht und 5625 qmm Querschnitt ersetzt einen Kupferleiter von 865 qmm, bietet also einen großen, gut leitenden Querschnitt dar. Sind die Fahrschienen von der gleichen Größe, so entfallen von dem angenommenen Verlust auf die »dritte Schiene« 10 %, und auf das als Rückleitung dienende Gleis 5 %. Bei den gegebenen Verhältnissen kann die verlangte Leistung vom Speisepunkt ab gerechnet auf 3,5 km übertragen werden. Eine solche Übertragungslänge ist aber für den Hauptbahnbetrieb zu gering. Könnte die Spannung z. B. 10 000 Volt betragen, so wäre die Übertragungslänge bei gleichem Querschnitt und Verlust 350 km. Für eine Spannung von mehr als 1000 Volt kann aber die »dritte Schiene« nicht genügend isoliert werden. Außerdem bildet sie auf Bahnhöfen mit vielen Gleisen eine ständige Gefahr für das Personal sowie eine sehr bedenkliche Zugabe für die Gleisunterhaltung.

Für die Stromzuführung im Hauptbahnbetrieb kann nur eine hochliegende Leitung in Frage kommen. Der Querschnitt solcher Leitungen ist naturgemäß nicht sehr groß. Kleine Querschnitte setzen aber hohe Spannungen voraus. Zur Erhöhung der Übertragungsspannung ist versucht worden, stets zwei Motoren in Hintereinanderschaltung arbeiten zu lassen, wodurch die Fahrdrahtspannung doppelt so groß wird als die Motorenspannung. Aber selbst bei Spannungen von $2 \times 1500 \ldots 3000$ Volt ist die Übertragungslänge noch sehr beschränkt.

Diese Anordnung einer Fernübertragung mit dem Drehstrom-Gleichstromumformersystem, wie es für viele Hochbahnen und Untergrundbahnen viel in Amerika angewendet ist, wird in der Anlage und im Betrieb für Hauptbahnen zu kostspielig, und daher beschränkt sich die Anwendung des Gleichstroms auf Bahnen kleinerer Gattung, insbesondere auf Straßen-, Hoch- und Untergrundbahnen. Mit Vorliebe verwendet man auch Gleichstrom auf kurzen Überlandbahnen, welche in städtische Straßenbahnen eingeführt werden.

Beispiele für Gleichstrombetrieb sind unter anderen:

1. Die 12,5 km lange stadtliche Lokalbahn Berchtesgaden—Landesgrenze bei Schellenberg, die von einem Wasserkraftwerk in der Gartenau aus mit Gleichstrom von 1000 Volt betrieben wird.

2. Die 28,3 km lange Rheinuferbahn, welche die Städte Köln und Bonn miteinander verbindet und in beiden Städten auf die mit Gleichstrom von 550 Volt betriebenen Straßenbahnen übergeht.

Trotz des vorzüglichen Motors ist daher der Gleichstrom wegen seiner Unbeweglichkeit in der Fernübertragung für den Hauptbahnbetrieb nicht vorteilhaft.

II. Drehstrom.

Für die Überwindung großer Entfernungen ist der Drehstrom vorzüglich geeignet, aber die Einsparung an Kupfer, die der Drehstrom sonst bietet, kommt bei der zweipoligen Fahrdrahtanlage nicht zur Geltung. Aus Rücksicht auf die starke mechanische Beanspruchung des Fahrdrahtes kann nämlich sein Querschnitt eine bestimmte Grenze nicht unterschreiten. Die zweipolige Leitungsanlage erfordert daher den doppelten Kupferaufwand der einpoligen Leitung, wie sie bei Gleichstrom und bei einphasigem Wechselstrom dadurch entsteht, daß von den zwei Polen der eine an die Schienen, der andere an eine Oberleitung gelegt wird. Würde die gleiche Betriebsspannung angewendet, so könnte zwar die Entfernung der Speisepunkte fast doppelt so groß als bei einer einpoligen Leitung sein; bei der einpoligen Leitung kann aber infolge der viel einfacheren Isolierung der einen Leitung und des einpoligen Stromabnehmers auf der Lokomotive die Fahrdrahtspannung wesentlich höher als bei einer zweipoligen Leitung genommen und dadurch die Entfernung der Speisepunkte wesentlich vergrößert werden.

Wie verhält sich der Drehstrommotor zu den Forderungen des Hauptbahnbetriebes?

Der drehbare Teil, der Anker, steht mit den äußeren Leitungen nicht in Verbindung; die Regelung seiner Umdrehungszahl kann mit Niederspannung erfolgen, während der feststehende Teil, das Magnetfeld, geschlossen für sich an den drei Zuleitungen liegt und mit hohen Spannungen betrieben werden kann. Motoren, welche unmittelbar so hohe Spannungen verarbeiten, wie sie die wirtschaftliche Anlage des Fahrdrahtes erfordert, sind aber für den Hauptbahnbetrieb, der das Fahrmaterial außerordentlich anstrengt, nicht widerstandsfähig genug. Ein Motor, der mit niedriger Spannung arbeitet, verdient der größeren Widerstandsfähigkeit wegen den Vorzug. Damit aber verliert der Vorteil des Drehstrommotors, mit hohen Spannungen arbeiten zu können, für den Hauptbahnbetrieb sein Gewicht.

Die Umdrehungszahl des Drehstrommotors ist unmittelbar von der Wechselzahl des dreiphasigen Wechselstroms und von der Polzahl des Magnetteiles abhängig. Daher läuft die Drehstromlokomotive auf Steigungen und wagerechten Strecken praktisch gleich schnell.

Die wirtschaftlichste Art der Geschwindigkeitsregelung, die Polwechselzahl im Fahrdraht zu ändern, ist nicht anwendbar. Denn der Strom muß mit Rücksicht darauf, daß mehrere Züge sich auf der Strecke befinden, den Fahrdrahtleitungen mit stets unveränderter Polwechselzahl zugeführt werden. Versuche, die Polweehselzahl auf der Lokomotive selbst zu ändern, haben noch zu keiner einfachen Lösung geführt.

Für die Regelung der Geschwindigkeit haben sich zwei Arten eingebürgert: nämlich die Polumschaltung und die Kaskadenschaltung. Bei der Polumschaltung werden die Magnetisierungswicklungen so geschaltet, daß die ganze und die halbe Polzahl erhalten wird, z. B. 12 und 6 oder 8 und 4 Pole. Dementsprechend kann die Umdrehungszahl auf die Hälfte herabgesetzt werden. Wird der magnetische Teil mit zwei getrennten Wicklungen ausgerüstet, so kann die Maschine vier Geschwindigkeiten erhalten.

Bei der Kaskadenschaltung können durch Hintereinanderschaltung zweier Motoren je nach dem Verhältnis ihrer Polzahlen zwei oder drei Geschwindigkeitsstufen erzielt werden. In der Regel erhält das Magnetfeld des zweiten Motors seinen Strom vom rotierenden Teil des ersten

Motors. Die Kaskadenschaltung ist daher weniger wirtschaftlich als die Polumschaltung. Ein Nachteil dieser Schaltung liegt darin, daß der zweite, der sog. Kaskadenmotor nur durch sehr verwickelte Schaltungen mit dem Hauptmotor bei voller Geschwindigkeit zusammenarbeiten kann. Die praktischen Ausführungen haben daher auf eine Ausnutzung dieses Motors bei voller Geschwindigkeit verzichtet.

Für den Bahnbetrieb sind noch folgende Eigenschaften des Drehstromsystems von Wichtigkeit.

Die erforderliche Zugkraft ist sehr schwer auf eine größere Zahl nebeneinander arbeitender Motoren zu verteilen. Der Drehstrommotor ist sehr empfindlich gegen Ungleichheiten in den Durchmessern der Triebräder, wie sie im Betrieb unvermeidlich sind. Schon eine geringe Unterschiede rufen große Überlastungen jener Motoren hervor, welche die größeren Räder antreiben. Darum wird bei Drehstromlokomotiven die Zahl der Motoren so niedrig gehalten, daß nur zwei, bei den neuesten Ausführungen sogar nur ein Motor an der Fahrdrahtspannung liegt. Der Drehstrommotor eignet sich daher vornehmlich für Lokomotiven, weniger für Motorwagen und Motorwagenzüge mit einer größeren Zahl über den Zug verteilter Motoren. Aber auch für Lokomotiven wird diese Eigenschaft des Drehstrommotors unbequem, wenn zwei Lokomotiven zu Vorspann- oder Schubdienst zusammenarbeiten müssen.

In Fällen starker Überlastung der Leitungen und größer Spannungsabfälle, wie sie im Hauptbahnbetriebe unvermeidlich sind, ist die Gefahr vorhanden, daß die Zugkraft des Drehstrommotors unzulänglich wird, da sie im quadratischen Verhältnis des Spannungsabfalles abnimmt. Es ist aber nicht angängig, das ganze Leitungsnetz nach vorübergehenden Überlastungen einzurichten, da es sonst infolge der geringen Ausnutzung zu teuer würde.

Aus diesen Erwägungen geht hervor, daß auch das Drehstromsystem die Forderungen des Hauptbahnbetriebes nicht erfüllt. Die Fahrdrahtleitung muß einpolig und auch bei hohen Spannungen von 10000 Volt und mehr dauernd gut isolierbar sein und große Geschwindigkeiten auch in den Weichen zulassen.

Der Motor soll die Geschwindigkeit nach der Belastung einrichten, also schnell auf wagerechten Strecken und Gefällen, langsamer auf Steigungen fahren. Dabei soll er wirtschaftlich in weiten Grenzen regelbar sein und auch bei großen Überlastungen der Leitungen noch mit großer Zugkraft anstehen.

III. Einphasiger Wechselstrom.

Die Forderungen, welche der Hauptbahnbetrieb an die Leitungsanlage stellt, vermag der einphasige Wechselstrom, kurz Wechselstrom genannt, zu erfüllen.

Seitdem es gelungen ist, einen im Aufbau dem Gleichstrom-Reihenschlußmotor, dem besten Bahnmotor, ähnlichen Motor für Wechselstrom herzustellen, ist ein entscheidender Schritt in der Frage des elektrischen Hauptbahnbetriebes geschehen.

Ein solcher Motor kann in weiten Grenzen wirtschaftlich geregelt werden, da seine Geschwindigkeit nicht von der Polwechselzahl, sondern von der Spannung abhängig ist, welche mit einem Transformator in vielen Stufen geändert werden kann.

Die Zugkraft ist wie bei dem verwandten Gleichstrommotor unabhängig vom üblichen Spannungsabfall. Auch können mehrere Motoren einwandfrei nebeneinander arbeiten, da sie sich nahezu gleichmäßig in die Belastung teilen.

Die Motoren werden für Niederspannung gebaut und beanspruchen auch aus diesem Grunde das Mittlihren eines Transformators, mit dem die hohe Fahrdrahtspannung auf die niedrige Motorspannung herabgesetzt wird. Der Niederspannungsmotor ist nur einem Hochspannungsmotor vorzuziehen, wenn auch der Transformator das Gewicht der Lokomotive erhöht und der Wechselstrom-Kollektormotor allein schon schwerer als ein anderer Motor ist.

Mit mehreren Motoren können Lokomotiven von genügend großer Leistung für den Hauptbahnbetrieb hergestellt werden, zumal das Nebeneinanderarbeiten einer größeren Motorzahl kein Hindernis bietet.

IV. Arbeitsrückgewinnung.

Für die Arbeitsrückgewinnung ist das Einphasen-Wechselstromsystem weniger geeignet als das Drehstromsystem.

Der Drehstrommotor läuft auf Gefällen, auf denen die Komponente der Schwerkraft die Zugwiderstände übersteigt, als stromgebende Maschine, ohne daß ein besonderer Eingriff in seine Bewegung notwendig wäre.

Soll von der Arbeitsrückgewinnung Gebrauch gemacht werden, so müssen so viel Züge auf Steigungen oder wagerechten Strecken sich befinden, daß die zurückgewonnene Arbeit von diesen aufgezehrt, nicht aber eine weitgehende Entlastung der stromerzeugenden Maschinen im Kraftwerk veranlaßt wird; denn in diesem Falle würde die Nutzbremsung zu Gefährdungen der Betriebssicherheit führen.

Wie noch nachgewiesen wird, ist der Arbeitsgewinn bei starkem Güterverkehr besonders groß. Der Drehstrommotor kann daher für Bahnlinien mit großen langen Gefällen und starkem Güterverkehr von Bedeutung werden, wenn also die Arbeitsrückgewinnung so ins Gewicht fällt, daß demgegenüber die Nachteile dieses Motors zurücktreten.

Um die Größe der auf den bayerischen Linien zurückgewinnbaren Arbeit kennen zu lernen, wurde dieselbe in besonderen Berechnungen für jede einzelne Linie ermittelt, und zwar sowohl in Kilowattstunden als auch in Prozenten der aufgewendeten Arbeit. Jene Prozentbeträge, welche die Zahl 2 übersteigen, sind für alle einzelnen Teilstrecken in die Übersichtskarte, Tafel II, Heft 14, eingetragen.

Das Ergebnis der Untersuchung ist für eine Tagesleistung im Monat Juli 1906 in der folgenden Übersicht zusammengefaßt:

1	2	3	4	5
Tagesleistung im Monat Juli 1906	Arbeitsverbrauch in KW.St.	Arbeitsrückgewinn in KW.St.	Anteil in % der Arbeit in fallenden Linien	Arbeitsrückgewinn / Arbeitsverbrauch = Spalte 3 / Spalte 2
Hauptbahnlinien:				
Personenverkehr . . .	574 890	6 559	20,4	0,0114 = 1,14 %
Güterverkehr	646 010	16 043	50,0	0,0249 = 2,49 %
				1,85 %
Nebenbahnlinien:				
Personen- u. Güterverkehr	78 525	9 518	29,6	0,121 = 12,1 %
Ges. Streckendienst	1 299 425	32 120	100,0	2,47 %
Verschubdienst . . .	135 400	—	—	—
Verbrauch für Zugbeförderung auf den K. B. St.E.B. . . .	1 434 825	—	—	2,24 %
desgl. auf Privatlokalbahnen	12 270	1 523	—	12,4 %
Insgesamt	1 447 095	33 643	—	2,325 %

Je geringer die Fahrgeschwindigkeit ist, desto größer ist die zurückgewinnbare Arbeit, bei Güterzügen kann daher auf den Gefällstrecken mehr Arbeit zurückgewonnen werden als bei Personenzügen und Schnellzügen. Noch größer ist der Gewinn bei den Nebenbahnen, bei welchen auch die stärkeren Neigungen von Einfluß sind.

Auf die Jahresleistung angeschieden berechnen sich folgende Beträge:

Hauptbahn-Personenzüge . .	2 006 000 KW.St.	1,11 %
Hauptbahn-Güterzüge . . .	4 703 000 »	1,94 %
Nebenbahnzüge	3 277 000 »	14,22 %
	Summa: 9 986 000 KW.St.	2,23 %

Wenn auch auf einzelnen kurzen Strecken hohe Prozentsätze für die Arbeitsrückgewinnung sich berechnen, so ist doch nur der durchschnittliche Gewinn maßgebend. Dieser ist aber so gering, daß die Arbeitsrückgewinnung bei den bayerischen Bahnen nicht von ausschlaggebender Bedeutung für die Wahl der Stromart sein kann.

Aus allem geht hervor, daß der **einphasige Wechselstrom am besten für Hauptbahnbetrieb geeignet ist.**

Um eine allgemeine Übersicht zu gewähren, sind alle Vorteile und Nachteile der verschiedenen Stromarten noch einmal in einer listenmäßigen Tabelle im Anhang zur Denkschrift (Tafel III), in Stichworten gekennzeichnet, zusammengestellt.

(Fortsetzung folgt.)

Das Uppenbornkraftwerk.

Nach den Angaben und im Auftrag von **S. Meyer,** weiland zweiter Direktor der Münchener städtischen Elektrizitätswerke, bearbeitet von **H. Niesz.** — Der wasserbautechnische Teil behandelt von Herrn Regierungsbaumeister **K. Dantscher.**

Die städtischen Elektrizitätswerke München waren im Jahre 1905 infolge des erfreulichen Aufschwunges ihres Konsums veranlaßt, an die Beschaffung weiterer Kraftquellen heranzutreten. Nachdem das Dampfwerk in der Isartalstraße im ersten Ausbau vollendet war und die direkt bei München disponiblen Gefällstufen der Isar schwieriger Verhältnisse halber noch nicht ausgebaut werden konnten, trat die Leitung der städtischen Elektrizitätswerke mit den Bayerischen Elektrizitätswerken München-Landshut wegen Überlassung der in dem Besitz der letzteren befindlichen Konzession sowie des fertigen Projektes für die Ausnutzung der Wasserkraft der Isar unterhalb Moosburg in Fühlung.

Nach mehrmonatlichen Verhandlungen kam ein Vertrag zustande, nach welchem die Bayerischen Elektrizitäts-

werke Konzession, Projekt und Grundstücke für die genannte Wasserkraftanlage gegen Zahlung von M. 250000 an die städtischen Elektrizitätswerke bzw. an die Stadtgemeinde München abtraten. Hierbei wurde noch ausbedungen, daß die Bayerischen Elektrizitätswerke die Hälfte der Kosten im Betrage von M. 20000 für ein bei Volkmannsdorf zu erbauendes Amperwehr, welches von der Regierung im Interesse der Wasserrechtsbesitzer zur Auflage gemacht wurde, zu tragen haben. Außerdem mußten sie sich verpflichten, die Ansprüche der Fischereiberechtigten, welche bei Erteilung der Konzession auf den Zivilrechtsweg verwiesen waren, zu befriedigen.

Sofort nach Übertragung der Konzession an die Stadtgemeinde München und Genehmigung durch die Staatsbehörde wurde mit der Detailprojektierung und Vergebung der Arbeiten begonnen. Bei der am 24. Oktober 1905 stattgefundenen Submission fiel die Erstellung des Wehres sowie des Kanaleinlaufes der Firma Edwards & Hummel, München, diejenige des Werkkanals und des Kraftwerkes der Firma Sager & Woerner, München, zu. Die mit der Bauleitung für den wasserbautechnischen Teil betraute Firma Widmann & Telorac in Kempten, von der die ersten von den Bayerischen Elektrizitätswerken übernommenen Projekte herrührten, entsandte zur Detailprojektierung sowie zur örtlichen Bauleitung ihren Ingenieur, Regierungsbaumeister K. Dantscher.

Am 6. November 1905 wurde mit den Arbeiten am Wehr und am Kraftwerk begonnen.

Die Detailprojektierung des maschinellen und elektrischen Teils der Anlage erfolgte durch die städtischen Elektrizitätswerke München.

Besondere Schwierigkeiten waren hinsichtlich des Weges der Freileitung zu überwinden; die diesbezüglichen Verhandlungen mit den Behörden zogen sich derart in die Länge, daß erst Mitte Oktober 1906 mit dem Ausholzen der Leitungstrace begonnen werden konnte. Hierdurch wurden notgedrungen die Arbeiten zur Erstellung der Freileitung in den Winter verschoben, der recht ungünstig auf den Fortschritt und die Güte derselben einwirkte. Die Genehmigung zur Errichtung des Transformatorenhauses wurde erst Ende 1906 erteilt, so daß auch dieses in der Winterzeit errichtet werden mußte.

Infolge verschiedener unerwarteter Schwierigkeiten, besonders infolge Auftretens harter Gesteinsschichten in der Baugrube des Kraftwerkes, konnte der Bau desselben erst im Dezember 1906 fertiggestellt werden, wodurch wiederum bedingt war, daß die schweren Maschinenteile zur schlechtesten Jahreszeit an Ort und Stelle transportiert werden mußten.

Alle über 3000 kg wiegenden Maschinenteile mußten, da sie nicht über die alte Moosburger Isarbrücke befördert werden durften, ca. 20 km per Achse vom Bahnhof in Erding nach dem Kraftwerk gefahren werden, was bei den schlechten Landwegen mit großen Schwierigkeiten und Unkosten verknüpft war.

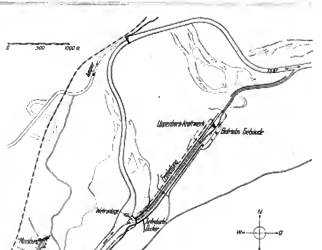


Fig. 357. Lageplan.

Anfangs April 1907 waren die wasserbautechnischen Arbeiten soweit gediehen, daß begonnen werden konnte, den Oberwasserkanal nach und nach mit Wasser zu füllen. Nachdem mehrere kleine Rutschungen an den Erddämmen durch Berauhwehrung wieder behoben waren, gelang es, innerhalb vier Monate die Dämme durch Sinkstoffe des durchfließenden Wassers so weit zu dichten, daß die normale Stauhöhe erreicht wurde. Unterdessen wurden aber schon probeweise die Turbinen, Generatoren, Schaltanlage, Transformatoren und die Freileitung in Betrieb genommen.

Die Freileitung war leider schon vor und gleich nach der Inbetriebsetzung mehreren Angriffen des in diesem Frühjahr und Sommer außergewöhnlich heftig auftretenden, Wochen hindurch andauernden Hochwassers ausgesetzt und mußte an verschiedenen Stellen, welche bisher als vollkommen sicher gegen Wasserbeschädigungen galten, verlegt werden. Seit dem 6. Juli 1907 arbeitet das Werk mit drei Turbinen abwechselnd auf einer der beiden Freileitungen nach München.

Allgemeine Situierung und Wasserverhältnisse.

Rund 55 km unterhalb München beschreibt die Isar einen weiten Bogen nach Westen (Fig. 357).

Um die beträchtliche Höhendifferenz zwischen dem Wasserspiegel oberhalb und unterhalb dieses Bogens auszunutzen, wurde der Bogen durch einen etwa 4 km langen Kanal der Sehne nach abgeschnitten, so daß das Gefälle an einem beliebigen Punkt konzentriert werden konnte (Fig. 358).

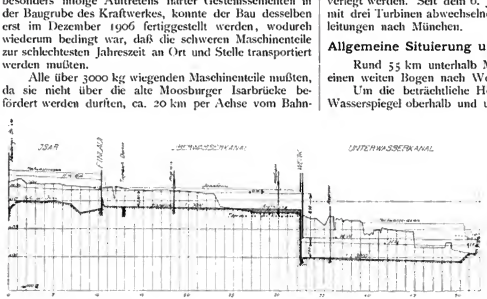


Fig. 358. Längennivellement.

Bei Niederwasser hatte die Isar oberhalb des Bogens eine Wasserspiegelkote von 410,30 m, unterhalb desselben eine solche von 402,00 m, so daß sich als Naturgefälle 8,30 m ergeben. Bei Mittelwasser erreichen beide Koten 411,40 m oberhalb und

403,00 m unterhalb, somit als Gefälle 8,40 m. — Bei einer Neigung des Kanals von 1 : 3000 kommt 1,32 m als Gefällsverlust von dem natürlichen Gefälle in Abzug; außerdem 10 cm für den Gefällsverlust am Einlauf.

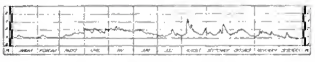


Fig. 359. Graphische Darstellung der Pegelablesungen.

Das am Kraftwerk vorhandene Nutzgefälle würde somit unter Abzug eines Gesamtgefällsverlustes von 1,42 m nur 6,88 m bei Niederwasser und 6,98 m bei Mittelwasser betragen. Durch Stauen des Wasserspiegels läßt sich dagegen ein größeres Nutzgefälle erreichen, d. h. durch Fixieren des Wasserspiegels am Kanaleinlauf mittels eines Wehres auf Kote 412,00 ergibt sich an Nutzgefälle bei Niederwasser 8,58 m, bei Mittelwasser 7,58 m.

Der Gefällsunterschied kommt daher, daß der Wasserspiegel am Kanalauslauf bei Mittelwasser höher ist als bei Niederwasser, während der Oberwasserspiegel durch die Krone des Wehres in beiden Fällen auf 412,00 m fixiert ist.

An Wasser dürfen der Isar laut Genehmigung maximal 70 cbm pro Sek. entzogen werden. Diese Wassermenge ist nach diesbezüglichen Messungen und zehnjährigen Pegelbeobachtungen an 207 Tagen im Jahr vorhanden, sinkt jedoch im Winter bis auf 30 cbm.

Der Charakter der Wasserführung der Isar ist aus Fig. 359 zu ersehen.

Das Wehr und der Einlauf.

Die Wehranlage, Fig. 360 bis 365, besteht aus einem Schleusenwehr und einem Überfallwehr.

Das Schleusenwehr bewerkstelligt die Abführung von gewaltigen Hochwassermengen, während das Überfallwehr, das den Wasserspiegel auf einer bestimmten Höhe hält, eine größere Sicherheit gegen gefährliche Stauungen bei plötzlich auftretendem Hochwasser gewährt.

Außerdem mußte eine Floßgasse mit 8,0 m lichter Weite vorgesehen werden, sowie ein Fischpaß.

Wie aus Fig. 360 zu ersehen ist, wurde das Wehr senkrecht zur Flußrichtung angeordnet und dadurch eine Erweiterung des Flusses an der Wehrstelle von 69 m auf 188,8 m bedingt.

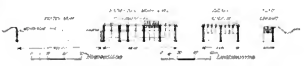


Fig. 361. Abwicklung des Wehres und des Kanaleinlaufes.

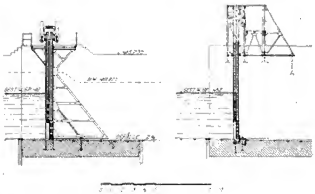


Fig. 362. Wehrschleuse mit festen und aufziehbaren Ständern.

Fig. 363. Festes Wehr mit Fischpaß und Floßgasse.

Diese Erweiterung wurde auf beide Seiten verteilt, und zwar wurde eine Schleuse rechts außerhalb des Flusses gestellt in der Erwägung, während der Ausführung dieses Teiles vor dem fließenden Wasser geschützt zu sein.

Die vierte Schleuse, die links der Floßgasse liegt (Fig. 361), wurde erst während des Baues von der Aufsichtsbehörde angeordnet und soll lediglich ein Sicherheitsventil für den Hochwasserabfluß sein.

Das Schleusenwehr besteht aus dem eigentlichen Wehrkörper, einem Vorder- und einem Hinterboden, die unter sich durch Spundwände getrennt sind. Durch diese Spundwände wurde die zum Betonieren unter Wasser sichere Baugrube gebildet. Spundwände in der Längsrichtung des Flusses sind grundsätzlich vermieden.

Fig. 363 zeigt die Konstruktion der Schleusen. Da diese zur Geschiebeabfuhr dienen sollen, erhielt das Schleusenpodium einen Dielenbelag mit 2% Gefälle.

Von den vier Öffnungen sind die beiden rechten durch

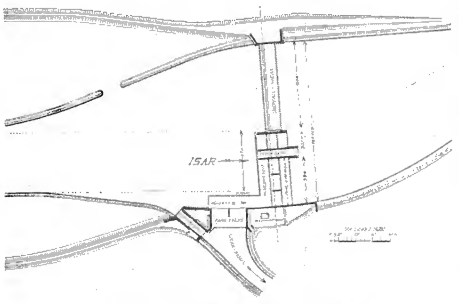


Fig. 360. Lageplan des Wehres und des Kanaleinlaufes.

Griesständer in drei, die beiden linken in zwei Teile geteilt. Bei der zweiten Schleuse von rechts herein sind die Griesständer aufziehbar. Diese Anordnung hat den Zweck, am Schleusenwehr auch eine Öffnung mit völlig freiem Durchflußprofil zu haben.

Der Höhe nach sind die Fallen zweiteilig, eine untere stärkere, eine obere schwächere. Die Holzbalken der Fallen sind durch zwischengelegte I-Eisenträger verstärkt.

Die Höhe ist nicht halbiert, sondern die Teilung von dem Gesichtspunkte aus vorgenommen, daß die zum Heben erforderlichen Kräfte annähernd gleich werden. Die Beanspruchung des Holzes beträgt hierbei 60 kg, die des Eisens 1000 kg.

Die Aufzugsvorrichtungen sind für Hand- und elektrischen Betrieb eingerichtet. Jede Wehrschleuse besitzt einen 6 PS-Drehstrommotor mit 950 Umdr., der ein Feld, bzw. zwei Fallen innerhalb 10 Minuten hochziehen kann.

Von Hand braucht man zum Heben einer Teilschleuse, entsprechend dem großen Übersetzungsverhältnis 1 : 2800, ca. 50 Minuten.

Die Länge der Pfeiler wurde so gering, wie es eben anging, bemessen. Für die Floßgasse war lichte Weite, Kote der Einlaufschwelle, Gefälle und Lage im Wehr durch Vorschrift gegeben. Es galt nur, sie so in den Rahmen des ganzen Baues einzufügen, daß ihre Ausführung zusammen mit dem übrigen Wehr sich leicht ermöglichen ließ.

Das feste Wehr mußte auf Pfähle gegründet werden (Fig. 363). Das 16,6 m breite Sturzbett besitzt einen Dielenbelag. Die genehmigte Stauhöhe ist durch eine Eichenholzschwelle markiert. Der Teil vom festen Wehr, der in gewachsenem Boden liegt, wurde 1,5 m weniger tief fundiert als das übrige Wehr.

Der linksseitige Anschluß ist kurz aber weit ins Land eingreifend, seine Krone liegt 1,2 m über der höchsten Hochwasserkote.

Der im Interesse der Fischerei geforderte Fischpaß, siehe Fig. 363, wurde zwischen dem festen Wehr und der vierten Schleuse eingebaut mit 2 m Breite und 1,25 m Sperrenabstand; die sonst üblichen Einschnitte in den Sperren abwechselnd rechts und links sind hier weggelassen, so daß das Wasser kaskadenförmig abfällt. Die Steighöhe ist so bemessen, daß sie der Überfallhöhe für 1 cbm pro Sek. entspricht. Es wird dadurch ein eigentliches Springen für die Fische vermieden. Diese Fischpaßausführung wurde auch am Kraftwerk angewendet.

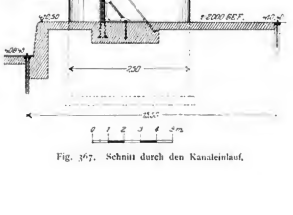


Fig. 367. Schnitt durch den Kanaleinlauf.

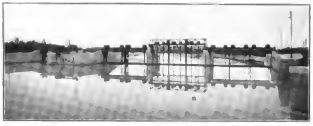


Fig. 364. Das Wehr von oberhalb gesehen.

Fig. 365. Das Wehr von unterhalb gesehen.

Fig. 366. Der Kanaleinlauf.

Bemerkt sei noch, daß der Wehrkörper für den hydrostatischen Wasserdruck bei größtem Hochwasser, 1500 cbm pro Sek., gerechnet ist.

Die rechtsseitige Anschlußmauer hat wegen der Schleuse gerade Vorderseite und setzt sich flußabwärts noch 30 m fort, um mit einem senkrechten Flügel ins Ufer einzubinden. Die Flügel sind an allen Stellen, an denen Wasserangriff erfolgt, in der Länge reichlich bemessen, um ein Hinterspülen derselben zu vermeiden.

Der Einlauf war für die Wassermenge von 70 cbm pro Sek. zu bestimmen; je nach dem Gefällsverlust, den man hier in Kauf nimmt, ergibt sich das Einlaufprofil größer oder kleiner. Wie Fig. 360 zeigt, setzt der Kanal senkrecht zur Flußrichtung an; dadurch wird er bei Hochwasser frei von Treibzeug. Diese Anordnung ermöglicht außerdem im Winter das Abziehen von Eis.

Eine Hauptaufgabe ist die, den Kanaleinlauf (auch Auslauf) vor Verkiesung zu schützen.

Die zum Abscheiden von Kies nötige Stufe befindet sich, wie aus Fig. 367 ersichtlich, nicht wie bei vielen Anlagen hinter der Einlaufschleuse, sondern vor derselben. Die Einlaufschwelle liegt nämlich 2,17 m höher als die Sohle der Wehrschleuse; außerdem wird durch die Anordnung des Bodens längs der Einlaufschleuse mit einem Gefälle von 2% die kurz vor der Wehrschleuse ohnehin große Schleppwirkung des Wassers den Einlauf von Geschiebe frei halten.

Durch die hohe Schwelle ist aber eine geringe Wassertiefe verursacht, nämlich 1,5 m, wodurch die ansehnliche Breite von 38 m bedingt ist. Die Einlaufsöffnung ist durch einen 1,5 m starken Pfeiler halbiert.

Diese Dimensionen ergeben bei 70 cbm pro Sek. eine Wassergeschwindigkeit von 1,2 m pro Sek., bei einem Gefällsverlust von 10 cm.

Der Kanalboden ist vor der schädlichen Wirkung dieser Wassergeschwindigkeit auf 15 m hinter den Einlaufschützen in Beton ausgeführt und gegen den Kanal durch eine Spundwand abgeschlossen.

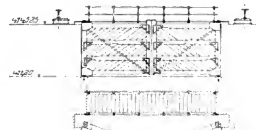


Fig. 368. Floßeinfahrt.

Die senkrechte Flußabzapfung hat den Nachteil, daß gegebenen Falles Flöße den Einlauf nicht passieren können, somit ist eine eigene Floßeinfahrt (Fig. 368) bedingt. Dieselbe wird durch ein zweiflügeliges Stemmtor mit Handantrieb abgeschlossen. Die Aufzugsvorrichtungen für die Einlaßschleusen sind ähnlich wie diejenigen des Wehres konstruiert, haben jedoch geringeres Übersetzungsverhältnis. Die Konstruktion der gesamten Schleusenfallen und Aufzugsvorrichtungen stammt aus der Maschinenfabrik J. G. Landes, München.

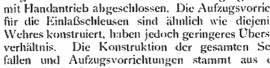


Fig. 369. Profil des Oberwasserkanals.

Für den Schleusenwärter ist am Wehr ein Häuschen errichtet worden, in dem auch der Transformator untergebracht ist, der die zum Antrieb der Motoren nötige elektrische Arbeit abgibt.

Die Arbeiten am Wehr begannen am 6. Nov. 1905. Man entschloß sich, mit der ersten Baugrube noch nicht in den Fluß hineinzugehen, sondern den rechten Wehrteil mit Einschluß der ersten Schleuse auszuführen. Die ganze rechtsseitige Partie wurde in zwei großen Baugruben bewältigt. Bis Ende Mai 1906 waren rechts alle Fundierungsarbeiten fertig, bis Juli der Gesamtaufbau.

Die Sommermonate, während welcher man im Flusse keine Fundierungen vornehmen kann, wurden zu Erd- und Rammarbeiten benutzt. Sodann folgte im Oktober links das feste Wehr, dann die vierte Schleuse, hierauf die Floßgasse nebst den zwei letzten Schleusen.

Es waren ca. 100000 cbm Erdaushub zu fördern, wovon rd. 30000 cbm Baugrubenaushub aus einer Maximaltiefe von 5 m unter normalem Wasserstand herauszuheben waren. Die Unternehmung beschaffte einen Bagger von rd. 400 cbm Tagesleistung, der infolge besonderer Ausbildung der Eimer aus Wassertiefen von 6 m noch rd. 150 cbm Tagesleistung lieferte. Für die Rammarbeiten (es waren etwa 1500 cbm Spundwandholz einzurammen, wurden zwei amerikanische Dampframmen verwendet), sowie eine Reihe von elektrischen, leicht aufstellbaren Rammen kleinerer Leistung.

Die Wasserhaltung bildet bei einer derartig umfangreichen Gründung einen Hauptpunkt der Ausführung. Da die Anlage in verschiedenen Baugruben ausgeführt wurde, die Pumpen somit ihren Standpunkt öfters wechseln mußten, so bot die Verwendung des elektrischen Antriebes große Vorteile. Die Antriebsmotoren erforderten geringen Raum und infolge ihres im Vergleich zu Lokomobilen geringen Gewichtes leichte Gerüste. In dem von der Unternehmung eigens erbauten Kraftwerk war eine Lokomobile von 140 PS Leistung aufgestellt. Sie trieb bei voller Belastung auf elektrischem Wege zwei Zentrifugalpumpen mit 300 mm l. W. und die nötigen Betonmaschinen mit doppelter Trommel und Kübeln für 0,65 cbm.

Als Abschluß für die Baugruben waren hauptsächlich Fangwände zwischen Spundwänden verwendet. Um das Herausnehmen dieser zu vermeiden, wurde die letzte Baugrube durch Faschinendamm abgeschlossen. Was den Beton anlangt, so war ein Mischungsverhältnis von 1 : 4 : 8 sortiert bzw. 1 : 9 unsortiert vorgeschrieben. Es wurde bald das Sortieren, sowie auch das Waschen erlassen; umfangreiche Versuche ergaben, daß bei dem an der Baustelle befindlichen Material ein Mischungsverhältnis 1 : 10,5 in bezug auf Mörtel denselben Beton lieferte, wie ein Mischungsverhältnis 1 : 4 : 8. Der Verlauf der Arbeiten zeigte, daß der so gewonnene Beton ein sehr guter und besonders ein sehr dichter ist.

Der Beton wurde durchweg in erdfeuchtem Zustand eingebracht und festgestampft. Die Betonmaschine lieferte bis zu 240 cbm bei elfstündiger Arbeitszeit.

Wurde unter Wasser betoniert, so fand ein Mischungsverhältnis von 1 : 7,5 Anwendung. Der Verputz wurde womöglich auf den frischen Beton aufgebracht.

Kanal.

Der rd. 2,16 km lange Oberwasserkanal hat ein Sohlengefälle sowie ein Wasserspiegelgefälle von 1 : 3000.

Wie aus dem Querprofil, Fig. 369, zu ersehen ist, beträgt der Wasserquerschnitt bei einer Tiefe von 2,8 m 54 qm, was für eine Wassermenge von 70 cbm einer Wassergeschwindigkeit von 1,2 m pro Sek. entspricht.

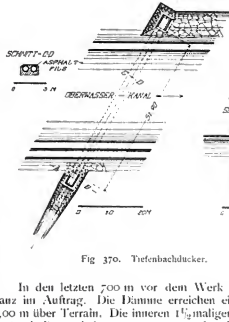


Fig. 370. Tiefenbachdücker.

In den letzten 700 m vor dem Werk ist die Sohle ganz im Auftrag. Die Dämme erreichen eine Höhe von 5,00 m über Terrain. Die inneren 1½fachen Böschungen sind mit Rasen belegt; 0,50 m unter dem Wasserspiegel

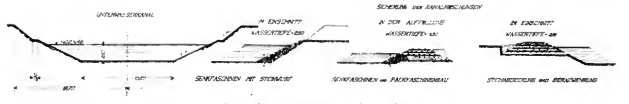


Fig. 371. Profil des Unterwasserkanals und dessen Sicherungen.

liegt beiderseits eine Wippe und über derselben ist auf eine Breite von 1,5 m der Rasen genagelt.

Der Boden besteht aus Kies und Sand. Etwa 250 m abwärts vom Einlauf überquert der Kanal den sog. Tiefenbach. Letzterer ist ein Sumpfstrich im Gelände, dessen Wasser mit dem Grundwasser steigt und sinkt. Da mit Einbau des Wehres jedenfalls auch der Grundwasserstand oberhalb steigen wird, wurde von seiten des Kulturingenieurs seinerzeit die Unterführung des Tiefenbaches unter den Kanal verlangt. Bei der Projektierung zeigte sich zunächst, daß eine Vorflut nicht zu gewinnen war; es mußte somit ein Dücker gemacht werden. Die Konstruktion ist aus Fig. 370 zu ersehen. Bei 1,2 m Wasserdruck führt er 6,5 cbm pro Sek. ab. Um für gewöhnlich das Grundwasser zu senken, ist am Einlauf ein Pumpensumpf angeordnet. Hier wird eine 3 PS Zentrifugalpumpe aufgestellt, die das Wasser in den Kanal pumpt.

Der rd. 1,9 km lange Unterwasserkanal besitzt dasselbe Gefälle, sowie die gleiche Wassertiefe und Wassergeschwindigkeit wie der Oberwasserkanal, und sollte ursprünglich auch dieselben Böschungsverhältnisse erhalten. Bald zeigte sich jedoch, daß nur zweimalige Böschungen zu halten waren. Über der Berme ist die Böschung $^5/_4$malig (siehe Fig. 371).

Auf einer Strecke von 150 m vor dem Auslauf liegt der Kanal im Hochwassergebiet der Isar und ist daher besonders gesichert (Fig. 371). Hier verbreitert sich auch der Kanal entsprechend der geringeren Wassertiefe; dadurch steigt die Sohle von 2,8 m auf 1,5 m unter Normalwasserspiegel.

Für die Hochwasserabführung ist unterhalb des Turbinenhauses eine Flutmulde ausgehoben, die zum Teil ein altes Baehgerinne benutzt und ca. 800 m vor dem Kanalauslauf über eine Schwelle aus Packfaschinenbau etwaige Hochwasser dem Kanal zuführt. Sie vermag 30 cbm pro Sek. abzuführen.

Im Unterwasserkanal vorgenommene Bohrungen hatten Kies ergeben und auf ungefähr Höhe der Sohle Flinz. Bei der Ausführung zeigte sich, daß die harten Schichten stellenweise 0,5 bis 0,8 m über die Kanalsohle ragten. Der Kanal bildete ein Baulos für sich, es waren 340000 cbm Aushub, wovon 140000 cbm im Wasser zu fördern waren.

Die Unternehmung begann im Unterwasserkanal einen Schlitz zu graben, um den Grundwasserstand zu senken und die Wasserhaltung für den Bau des Turbinenhauses zu erleichtern. Zugleich wurde auf der unteren Strecke soweit wie möglich von Hand abgehoben, dann arbeitete vom Auslauf kanalaufwärts ein Schwimmbagger.

Der Trockenbagger nahm zugleich den oberen Teil des Baugrubenaushubes am Turbinenhause und erweiterte hernach das Kanalprofil. Er arbeitete nur bis ca. 1 m unter Wasser. Das Material diente zum Auffüllen der Anschüttungen beim Werk und des Hochwasserdammes und zum Teil zu den Dämmen des Oberwasserkanales. Der Oberwasserkanal wurde vom Trockenbagger allein ausgeführt.

Da unmittelbar unterhalb des Werkes die Ufer sehr hoch sind und der Schwimmbagger rationell dieses Material nicht in die Höhe fördern konnte, errichtete die Unternehmung einen Elevator, der das Material von Schuten in die Rollwägen förderte.

Fig. 372. Brücke.

Drei Holzbrücken (Fig. 372) und ein Steg überkreuzen den Kanal. Die Brücken sind mit 80 Zentner befahrbar und haben eine Breite zwischen den Geländern von 3,6 m. Im Oberwasserkanal sind die Zwischenstützen Betonpfeiler, im Unterwasserkanal, um eine Fundierung unter Wasser zu ersparen, Eisenjoche.

(Fortsetzung folgt.)

Kleine Nachrichten.

Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft.

Der elektrische Kraftbetrieb der Gutehoffnungshütte. Einen wie großen Umfang der elektrische

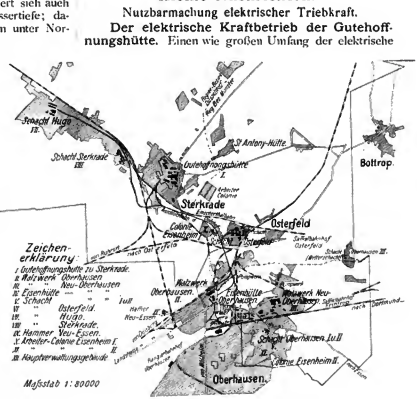


Fig. 373. Lageplan der einzelnen Abteilungen der Gutehoffnungshütte.

Tabelle I. Zusammenstellung der elektrischen Anlagen der Gutehoffnungshütte nach dem Stand Ende 1906.

1 Aufgestellt in Abteilung	2 Zahl der Maschinensätze	3 Die in Spalte 2 angegebenen Generatoren leisten KW	4 Im Jahre maximal ab gegebene KW Std.	5 Ausnutzung der Generatoren in Prozenten Spalte 4 / (Spalte 3 × 24 × 365) × 100	6 Anzahl der Motoren	7 Die in Spalte 6 angegebenen Motoren gebrauchten KW	8 Anzahl der Glühlampen	9 Anzahl der Bogenlampen	10 Die in Spalte 8 und 9 angegebenen Lampen gebrauchten zusammen KW
1. Eisenhütte	6 Drehstromgeneratoren, je 700 KW, cos φ = 0,75	4200	20 130 852	20 130 852 / 7920 × 100 / (24 × 365) = 34,2 %	W. U. 168	4 400	W. G. 800	140	ca. 100
	3 desgleichen, je 350 KW bei cos φ = 0,75	1050			N. G. 192	5 625	N. G. 1 400	213	» 175
	4 desgleichen, je 200 KW bei cos φ = 0,75	800			E. G. 104		E. G. 3 000	250	» 320
	2 Gleichstromdynamos, je 335 KW	670							
	3 Drehstromgeneratoren, je 400 KW	1200							
	15 Maschinensätze (vgl. Tabelle II	7920	20 130 852	29 %	464 (vgl. Tab. III VI)	14 025	5 200	603	ca. 595
2. Abt. Sterkrade	1 Gleichstromdynamo	330	Keine Zähler, geschätzt: ca. 5 000 000	5 000 000 / 1114 × 100 / (24 × 365) = 51,2 %	224 (vgl. Tab. VII)	2 840	ca. 2 500	330	ca. 260
	1 »	220							
	2 » je 132 KW	264							
	6 » » 50 »	300							
	10 Maschinensätze (vgl. Tabelle VI)	1114	5 000 000	51,2 %	224	2 840	2 500	330	ca. 260
3. Abt. Bergbau: a) Zeche Sterkrade; Ab 1. Jan. 1906 bis 1. Okt. 1906 allein im Betrieb	2 Drehstromgeneratoren, je 400 KW, cos φ = 0,75	800	1 367 500	1 367 500 / 800 × 100 / (24 × 274) = 26,1 %	St. 17 H. St. 8 III W. 43	390 64 860	St. 650 H. St. 400 III. W. 275	40 15 30	ca. 70 » 40 » 45
		800	1 367 500	20,1 %	68	1 304	1 325	91	ca. 155
Ab 1. Okt. 1906 bis 1. Jan. 1907 im Betrieb	2 Drehstromgeneratoren, je 400 KW, cos φ = 0,75	800	1 738 450	1 738 450 / 2300 × 100 / (24 × 92) = 34,2 %	St. 17 H. St. 8 III. W. 43 Z. V. 43 Abt. St. 2	390 64 860 430 230	ca. 650 » 400 » 275 » 860 —	40 15 36 27 —	ca. 70 » 40 » 45 » 64 —
	1 Turbogenerator	1500							
	3 Maschinensätze	2300	1 738 450	34,2 %	113	1 944	ca. 2125	118	ca. 219
b) Zeche Osterfeld	2 Drehstromgeneratoren, je 135 KW	270	Kein Zähler, geschätzt: 810 300	Geschätzt auf 25 %	4 (vgl. Tab. IX)	105	ca. 1160	75	ca. 110
	2 Gleichstromdynamos, je 50 KW	100							
	4 Maschinensätze (vgl. Tabelle VIII)	370	810 300	25 %	4	105	1 160	75	ca. 110
Summe der Oberhausener und Sterkrader Hüttenwerke und Zechen	32 Maschinensätze	12 504	29 047 102	26,5 %	805	19 514	10 085	1121	1184

Tabelle II. Kraftwerke der Abteilung Eisenhütte Oberhausen.

Anzahl und Art der Stromerzeuger	Leistung 50 Perioden	Spannung Volt	Umdrehungen pro Minute	Art der Stromverteilung
6 Drehstrommaschinen, direkt zusammengebaut mit je einer Zweitaktgasmaschine System Körting	je 700 KW bei $\cos\varphi = 0.8$	3000	71.5	3000 Volt: Armiertes Hochspannungs-50 ∼ erdkabel Drehstrom
2 desgl., zusammengebaut mit je einer Viertaktgasmaschine	» 350 » » » $\varphi = 0,8$	3000	107	800 Volt: Teils armiertes Einleitererd-kabel. Gleichstrom, teils Freileitungen. Motoren und Serienbogenlampen
1 desgl.	350 »		125	
2 desgl., direkt zusammengebaut mit je einer Viertaktgasmaschine	» 400 » » » $\varphi = 0,8$	3000	150	200 Volt: Teils Freileitungen, Dreh-strom, teils Erdkabel armiert. Nur für Motoren und einige Bogenlampen
1 desgl.	400 »		125	
2 desgl., direkt zusammengebaut mit je einer Viertaktgasmaschine	» 200 » » » $\varphi = 0,8$	3000	150	120 Volt: Für Beleuchtung und Erre-gung der Gleichstrom Drehstrom-Gene-ratoren
2 desgl., direkt zusammengebaut mit je einer stehenden Dampfmaschine	» 200 » » » $\varphi = 0,8$	3000	150	
2 Gleichstrom-Dynamomaschinen, direkt zusammengebaut mit je einer Viertakt-gasmaschine	» 335 »	800	150	
4 desgl., direkt zusammengebaut mit je einer Dampfmaschine	» 62,5 »	800	150	
1 Drehstromgenerator, direkt zusammen-gebaut mit einer Gasmaschine	40	200	150	
1 Gleichstrom-Gleichstrommformer	100 » für Licht und Erregung	Gl. 800/120	Gl. V. 720	
1 »	55 »	» 800/120	» » 720	
3 Drehstrom- »	100 »	Dr. 3000 120	» » 720	
1 » »	50 »	» 3000/120	» » 750	
2 Gleichstrom- »	55 »	Gl. 800/120	» » 750	
1 Drehstrom- »	0,75 » Vernickelei	Dr. 190/4	Volt 1450	

Nutzbar abgegebene Kilowattstunden im Jahre 1906: ca. 20 000 000.

Tabelle III. Kraftwerke der Abteilung Sterkrade.

Anzahl und Art der Stromerzeuger	Leistung	Spannung in Volt	Umdr. pro Min.
1 Gleichstromdynamomaschine, direkt zusammengebaut mit einer stehenden Dampfmaschine	330 KW	220	150
1 desgl.	220 »	220	130
2 desgl.	je 132 »	220	185
4 desgl., angetrieben durch Riemen von zwei stehenden Dampfmaschinen	» 50 »	2 × 110 (Mittelleiter)	600
2 desgl., direkt gekuppelt mit einem 140 PS-Drehstrommotor für 3000 Volt	» 50 »	2 × 110 (Mittelleiter)	585
1 desgl., direkt gekuppelt mit einem 750 PS-Drehstrommotor für 3000 Volt	500 »	220	730
1 Drehstromtransformator mit Ölkühlung	500 KVA	Primär 3000 bzw. 3000, sekundär 120	—

Mögliche Höchstleistung: 1114 KW.

Art der Stromverteilung: Das Kraftnetz arbeitet mit 220 Volt Gleichstrom und ist als Erdkabel für 750 Volt verlegt. Das Lichtnetz arbeitet mit 2 × 110 Volt Gleichstrom und 120 Volt Wechselstrom und ist als Freileitung verlegt.

Kraftbetrieb auf einem größeren Berg- und Hüttenwerke erreichen kann, zeigen die Angaben, welche uns vor einiger Zeit von der Direktion der Gutehoffnungshütte übermittelt wurden. Freilich ist ja auch die Gutehoffnungshütte, Aktienverein für Bergbau und Hüttenbetrieb mit M. 24 Mill. Aktienkapital, eines der bedeutendsten Werke des Eisen- und Stahl-Großgewerbes. Sie besitzt ein Grundeigentum von 1000 ha, auf dem etwa 200 000 qm Baulichkeiten errichtet sind, und beschäftigt heute etwa 22 000 Beamte und Arbeiter auf zehn verschiedenen Werken. Bei solcher Gewerksmannschaft und so ausgedehntem und umfangreichem Betriebe nimmt es nicht wunder, wenn Kraftanlagen von etwa 46 000 PS Leistung vorhanden sind. Über die Lage und Ausdehnung der einzelnen Abteilungen gibt die kleine Karte (Fig. 373) den notwendigen Überblick. Die einzelnen Werke sind zum Zwecke des Transportes von Rohstoffen untereinander durch Gleise von etwa 100 km Gesamtlänge verbunden, auf denen 27 Lokomotiven und 1200 Wagen verkehren.

Von den genannten Werken besitzen die Abteilungen Eisenhütte, Abteilung Sterkrade, Zeche Sterkrade, Osterfeld elektrische Kraftwerke, welche teils mit Dampfmaschinen und neuerdings Dampfturbinen, teils mit Gasmaschinen arbeiten und insgesamt eine Leistung von 11 300 KW abgeben können. Sie sind in nachstehender Tabelle I aufgeführt. Dieselbe enthält auch die sehr interessanten Angaben für alle Werke zusammen über die im Jahre nutzbar abgegebenen Kilowattstunden, die jährliche Ausnutzung der Maschinen, die Zahl und Leistung der Elektromotoren, Zahl und Leistung der Glüh- und Bogenlampen. Alle Kraftwerke sind miteinander durch Hochspannungserdkabel für 3000 Volt verkettete Drehstromspannung elektrisch verbunden und unterstützen sich gegenseitig. Diese Spannung wird demnächst auf 10 000 Volt erhöht werden.

Hat man an Hand der Tabelle I eine deutliche Vorstellung von der allgemeinen Disposition der elektrischen Krafterzeugung gewonnen, so werden die Einzelheiten jedes der Kraftwerke durch die folgenden Speziallisten aufgeklärt. Das größte Kraftwerk ist dasjenige der Abteilung »Eisenhütte« (Tabelle II) mit einer möglichen Höchstleistung von rd. 8000 KW. Die übrigen Kraftwerke (Tabellen III und IV) zusammen haben etwa $^1/_3$ der Kilowattstunden abgegeben wie das Kraftwerk Eisenhütte. Als Antriebsmaschinen der Kraftwerke sind Kolbendampfmaschinen, Gasmaschinen und auch neuerdings Dampfturbinen angewendet.

Tabelle IV. Kraftwerke der Abteilung Bergbau.

Anzahl und Art der Stromerzeuger	Leistung 50 Perioden pro Std.	Spannung in Volt	Umdr. pro Min.	Art der Stromverteilung
I. Zeche Sterkrade.				
2 Drehstromgeneratoren, direkt zusammengebaut mit je einer liegenden Dampfmaschine (Tandem-Verbund)	je 400 KW, cos $\varphi = 0{,}75$	3000	94	3000 Volt: Armierter Hochspannungsverbundkabel. Fernleitung (10 km) nach Hafen Walsum. Fernleitung nach Eickenbeck. Freileitung. 120 Freileitung. Die einzelnen Kraftwerke sind untereinander durch Hochspannungskabel verbunden zwecks Schaffung von Reserve. Auch das Kraftwerk Eickenbeck ist an das Kabel angeschlossen.
1 desgl., direkt gekuppelt mit einer Dampfturbine	1500 KW, cos $\varphi = 0{,}75$	3000	1500	
1 Hult-Dampfmaschine, direkt gekuppelt mit einer Gleichstromdynamo und einem Drehstromgenerator für Anfangserregung bzw. für Beleuchtung des Maschinenhauses, wenn der übrige Maschinenbetrieb ruht	20 KW Drehstrom oder 20 KW Gleichstrom	120 Drehstr. 110 Gleichstr.	850	
1 Laval-Turbine, direkt gekuppelt mit einer Gleichstromdynamo für Anfangserregung	20 KW	110	2000	
2 Drehstromtransformatoren mit Luftkühlung für Kraftzwecke	je 80 KW	3000/500	—	
1 desgl. für Lichtzwecke	50 »	3000/120	—	
1 desgl. für Krafttbertragung nach dem Hafen Walsum mit Abkühlung	1000 »	3000/10 600	—	
1 desgl., Reserve	530 »	3000/10 600	—	
II. Zeche Osterfeld.				
2 Drehstromgeneratoren, direkt zusammengebaut mit je einer stehenden Dampfmaschine	135 KW, cos $\varphi = 0{,}75$	3000	150	
1 Drehstromtransformator für Lichtzwecke über Tage	50 KW	3000/120	—	
1 » » » Kraftzwecke »	57 »	3000/500	—	
2 » » » Lichtzwecke »	je 26 »	3000/120	—	
III. Zeche Vondern.				
1 Drehstromgenerator, direkt zusammengebaut mit einer Viertaktgasmaschine (im Bau)	1000 KW, cos $\varphi = 0{,}75$	3000	94	
IV. Zeche Oberhausen. Kein Kraftwerk. Netzspannung: 3000 Volt. Unterwerk:				
2 Transformatoren für Kraft	80 KW	3000/300	—	
1 » » Licht	50 »	3000/120	—	
V. Zeche Hugo. Kein Kraftwerk. Netzspannung: 10000 Volt. Unterwerk:				
1 Transformator für Kraft	275 »	10000/525	—	
1 » » Licht	55 »	10000/120	—	

Nutzbar abgegebene Kilowattstunden im Jahre 1906: ca. 3 106 000.

Tabelle V. Motoren der Abteilung Eisenhütte.

In den nachstehenden Tabellen bedeuten die Abkürzungen: Dr.-M. = Drehstrommotor; Gl.-N.-M. = Gleichstrom-Nebenschlußmotor; Gl.-R.-M. = Gleichstrom-Reihenschlußmotor; Gl.-D.-M = Gleichstrom-Doppelschlußmotor: Gl.-N.-D. = Gleichstrom-Nebenschlußdynamo; Gl.-D.-D. = Gleichstrom-Doppelschlußdynamo; Gl.-Gl.-U. = Gleichstrom-Gleichstromumformer; Dr.-Gl.-U. = Drehstrom Gleichstromumformer; Tr. = Transformator.

	Motor	Leistung	Spannung in Volt	Umdr. pro Min.	Verwendungszweck
1.	1 Gl.-N.-M.	125 PS	800	610	Pumpenantrieb
2.	1 »	125 »	800	610	»
3.	1 »	125 »	800	610	»
4.	1 »	40 »	800	720	Luftkompressor
5.	1 »	40 »	800	720	»
6.	1 Dr.-M.	100 »	3000	580	
7.	1 »	100	3000	580	
8.	1 »	100 »	3000	580	Luftkompressor, 6 Pumpen
9.	1 »	100 »	3000	580	im Wasserwerk Aekerfähre
10.	1 »	100 »	3000	580	
11.	1 »	100 »	3000	580	
12.	1 »	115 »	3000	580	
13.	1 »	115 »	3000	580	desgl., 3 Pumpen
14.	1 »	115 »	3000	580	
15.	1 »	10 »	190	950	Luftpumpe für Wasserwerk
16.	1 »	10 »	190	950	Aekerfähre
17.	1 »	3 »	190	1425	kl. Zentrifugalpumpe
	2 Tr. für 16 und 17	je 3000/ 15 KW	190	—	für Beleuchtung und Kraft
18.	1 Dr.-M.	12 PS	190	720	Laufkran
19.	1 »	12 »	190	720	
20.	1 »	40 »	190	720	»
21.	1 »	12 »	190	1460	
22.	1 »	12 »	190	1460	»
23.	1 »	12 »	190	1450	Fahr
24.	1 »	15 »	190	960	Hub Laufkran
25.	1 »	10 »	190	1460	Katze
26.	1 »	15 »	190	950	Ventilator
27.	1 »	46 »	190	720	Dreckmühle
28.	1 »	5 »	190	960	Aufzug
29.	1 »	5 »	190	960	»
30.	1 »	5 »	190	1420	Drehbank
31.	1 »	3 »	190	1420	Bohrmaschine
32.	1 »	3 »	190	1420	»
33.	1 »	3 »	190	1420	Drehbank
34.	1 »	8 »	190	1420	Schreinerei
35.	1	30 »	190	720	div. Drehbänke etc.
36.	1 »	15	190	950	Schreinerei
37.	1 »	8 »	190	1450	»

	Motor	Leistung	Spannung in Volt	Umdr. pro Min.	Verwendungszweck
38.	1 Dr.-M.	40 PS	190	720	div. Drehbänke etc.
39.	1 »	23 »	190	960	Blechpresse
40.	1 »	15 »	190	960	Blechschere
41.	1 »	15 »	190	960	gr. Kaltsäge
42.	1 »	12 »	190	1460	Sieberei
43.	1 »	12 »	190	1460	»
44.	1 »	12 »	190	1460	Schlammpumpe
45.	1 »	12	190	1460	»
46.	1 »	12 »	190	1460	»
47.	1 »	12 »	190	1460	
48.	1 »	225 »	3000	480	Gasventilator
49.	1	225 »	3000	480	»
50.	1 »	125 »	3000	580	Zentrifugalpumpe
51.	1 »	125 »	3000	580	»
52.	1 »	120 »	3000	580	Ventilatoren
53.	1 »	120 »	3000	580	»
54.	1 »	120 »	3000	580	»
55.	1 »	120 »	3000	580	»
56.	1 »	120 »	3000	580	»
57.	1 »	120 »	3000	580	
58.	1 »	120 »	3000	580	
59.	1 »	120 »	3000	580	
60.	1 »	60	3000	610	Pumpe
61.	1 »	60 »	3000	610	»
62.	1 »	46 »	3000	720	»
63.	1 »	120 »	3000	480	Gasventilator
64.	1 »	10 »	190	960	Seilbahn
65.	1 »	10 »	190	960	»
66.	1 »	35 »	190	960	Koksausdrücker
67.	1 »	35 »	190	960	»
68.	1 »	35 »	190	960	»
69.	1 »	8 »	190	1420	»
70.	1 »	8 »	190	1420	»
71.	1 »	8 »	190	1420	»
72.	1 »	10 »	190	960	Roheisenkipper
73.	1 »	10 »	190	960	»
74.	1 »	40 »	190	960	Fallwerk
75.	1 »	10 »	190	960	Ventilator
76.	1 »	10 »	190	960	»

	Motor		Leistung	Spannung in Volt	Umdr. pro Min.	Verwendungsweck
77.	1	Dr.-M.. .	5 PS	190	1420	Ventilator
78.	1	»	5 »	190	1420	»
79.	1	»	5 »	190	1420	»
80.	1	»	5 »	190	1420	»
81.	1	»	8	190	1440	Drehbank
82.	1	»	15 »	190	960	Pumpe
83.	1	»	15 »	190	960	Erzbrecher
84.	1	»	15 »	190	960	»
85.	1	»	15 »	190	960	»
86.	1	»	15 »	190	960	Wäschepumpe
87.	1	»	60 »	3000	720	»
88.	1	»	20 »	190	960	Roheisenkipper
89.	1	»	10 »	190	960	Hub
90.	1	»	7,5 »	190	960	Fahr } Laufkran
91.	1	»	2,5 »	190	960	Katze
92.	1	»	60 »	190	57,5	Eisenaufzug
93.	1	»	60 »	190	57,5	»
94.	1	»	60 »	190	57,5	»
95.	1	»	30 »	190	940	»
96.	1	»	23 »	190	940	»
97.	1	»	40 »	190	940	»
98.	1	»	8 »	190	1420	»
99.	1		15 »	190	960	Becherwerk
100.	1	»	15 »	190	960	»
101.	1		15 »	190	960	Siebausknatzmaschine
102.	1	»	40 »	190	960	Seilbahn
103.	1	»	8 »	190	960	Holzaufzug
104.	1	»	20 »	190	960	Dreckmühle
105.	1	»	85 »	190	720	Brikettfabrik.

Es sind ferner installiert: ca. 250 Bogenlampen (12 Amp.), ca. 3000 Glühlampen.

Tabelle VI. Motoren des Walzwerkes Neu-Oberhausen.

	Motor		Leistung	Spannung in Volt	Umdr. pro Min.	Verwendungsweck
1.	1	Dr.-M.. .	35 PS	190	720	gr. Hub }
2.	1	»	35 »	190	720	kl. » }
3.	1	»	35 »	190	720	Fahr } 40 t-Kran
4.	1	»	15 »	190	1440	Katze }
5.	1	»	1/4 »	190	—	Bremse }
6.	1	»	1/4 »	190	—	»
7.	1	»	50 »	190	970	Kondensation
8.	1	»	2 »	190	1440	Zentrifugalpumpe
9.	1	»	60 »	190	735	Rollgang
10.	1	»	90 »	190	725	Hub }
11.	1	»	48 »	190	720	Fahr } Bockkran
12.	1	»	9 »	190	960	Katze }
13.	1	»	90 »	190	725	Hub }
14.	1	»	48 »	190	720	Fahr } »
15.	1	»	9 »	190	960	Katze }
16.	1	»	9 »	190	1440	Fahr }
17.	1	»	2,4 »	190	960	Katze } Deckelkran
18.	1	»	18 »	190	720	Hub }
19.	1	»	45 »	190	960	Fahr }
20.	1	»	6 »	190	960	Katze } Scherenkran
21.	1	»	60 »	190	720	Hub }
22.	1	»	30 »	190	720	Rollgang
23.	1	»	30 »	190	720	»
24.	1	»	15 »	190	720	»
25.	1	»	6 »	190	960	Transportrollgang
26.	1	»	6 »	190	960	»
27.	1	»	6 »	190	960	»
28.	1	»	6 »	190	960	»
29.	1	»	7,5 »	190	960	Becherwerk
30.	1	»	7,5 »	190	960	»
31.	1	»	20 »	190	960	Hub }
32.	1	»	30 »	190	960	Fahr } 30 t-Kran
33.	1	»	5 »	190	960	Katze }
34.	1	»	15 »	190	960	20 t-Kran
35.	1	»	7,5 »	190	960	Werkstatt
36.	1	»	20 »	190	475	25 t-Kran
37.	1	»	7,5 »	190	960	Becherwerk
38.	1	»	48 »	190	720	Hub }
39.	1	»	36 »	190	960	Fahr } 5 t-Laufkran
40.	1	»	9 »	190	960	Katze }
41.	1	»	12 »	190	960	Kipper
42.	1	»	30 »	190	720	Schleppzug
43.	1	»	20 »	190	960	Rollgang

	Motor		Leistung	Spannung in Volt	Umdr. pro Min.	Verwendungsweck
44.	1	Dr.-M.. .	20 PS	190	475	25 t-Kran
45.	1	»	20 »	190	960	Schleppzug
46.	1	»	30 »	190	960	»
47.	1	»	62 »	190	720	Hub }
48.	1	»	62 »	190	720	» } 60 t-Laufkran
49.	1	»	37 »	190	960	Fahr }
50.	1	»	19 »	190	960	Katze }
51.	1	»	30 »	190	960	Hub }
52.	1	»	3,75 »	190	1440	Fahr } Drehkran
53.	1	»	5 »	190	960	Schwenk }
54.	1	»	30 »	190	960	Hub }
55.	1	»	3,75 »	190	1440	Fahr }
56.	1	»	5 »	190	960	Schwenk }
57.	1	»	9,25 »	190	1440	Fahr }
58.	1	»	22,5 »	190	960	Hub } Chargier-
59.	1	»	11 »	190	1440	Drehvorrichtung } maschine
60.	1	»	11 »	190	1440	Katze }
61.	1	»	10 »	190	960	Aschenaufzug
62.	1	»	30 »	190	720	Ventilator
63.	1	»	30 »	190	720	»
64.	1	»	35 »	190	720	Schrottaufzug
65.	1	»	30 »	190	970	Hub }
66.	1	»	9 »	190	970	Fahr } 15 t-Laufkran
67.	1	»	6 »	190	970	Katze }
68.	1	»	30 »	190	970	Hub }
69.	1	»	11 »	190	970	Schwenk } Drehkran
70.	1	»	30 »	190	1170	Drehkran
71.	1	»	11 »	190	970	»
72.	1	»	30 »	190	970	»
73.	1	»	11 »	190	970	»
74.	1	»	30 »	190	970	div. Maschinen
75.	1	»	15 »	190	970	Lufthammer
76.	1	»	20	190	970	Laschenlochmaschine
77.	1	»	10 »	190	970	Biegemaschine
78.	1	»	30 »	190	970	gr. Presse
79.	1	»	15 »	190	970	kl. Presse
80.	1	»	30 »	190	720	div. Maschinen
81.	1	»	15 »	190	960	» »
82.	1	»	30 »	190	720	»
83.	1	»	15	190	960	Plattenschere
84.	1	»	6 »	190	960	Fallwerk
85.	1	»	30	190	720	Gebläse im Stahlwerk
86.	1	»	6 »	190	960	Fallwerk
87.	1	»	70 »	190	730	gr. Hub
88.	1	»	34 »	190	730	kl. Hub
89.	1	»	10 »	190	730	Fahr } 10 t-Kran
90.	1	»	5 »	190	960	Katze }
91.	1	»	0,8 »	190	960	Ausheben }
92.	1	»	21 »	190	960	gr. Hub }
93.	1	»	15 »	190	960	kl. Hub }
94.	1	»	15 »	190	960	Fahr }
95.	1	»	4 »	190	1440	Katze } 10 t-Kran
96.	1	»	1/4 »	190	—	Bremse }
97.	1	»	1/4 »	190	—	»
98.	1	»	1/4	190	—	»
99.	1	»	1200 »	3000	162	Walzenzugmotor
100.	1	»	20 »	190	965	Rollgang
101.	1	»	20 »	190	965	»
102.	1	»	10 »	190	965	Ausziehvorrichtung
103.	1	»	20 »	190	965	Rollgang
104.	1	»	15 »	190	963	Schleppzug
105.	1	»	20 »	190	965	Wippe
106.	1	»	10 »	190	963	Rollgang
107.	1	»	30 »	190	720	} Rillenschienenadjustage
108.	1	»	30 »	190	720	}
109.	1	»	20 »	190	960	»
110.	1	»	30 »	190	720	Fräsmaschinen
111.	1	»	30 »	190	720	»
112.	1	»	10	190	960	Schienenbiegmaschinen
113.	1	»	1 »	190	1440	Transp. Stoßbank
114.	1	»	75 »	190	300	}
115.	1	»	50 »	190	970	} Rädelfabrik
116.	1	»	10 »	190	720	}
117.	1	»	30 »	190	720	Achsendrehbank
118.	1	»	15 »	190	950	Ventilator
119.	1	»	10 »	190	950	»
120.	1	»	75 »	190	365	Pumpe
121.	1	»	5 »	190	1440	Reparaturwerkstatt
122.	1	»	8 »	190	1440	Drehbank
123.	1	»	30 »	190	960	Hub } Drehkran
124.	1	»	15 »	190	960	Schwenk }

	Motor	Leistung	Spannung in Volt	Umdr. pro Min.	Verwendungszweck
125.	1 Dr.-M. . .	7,5 PS	190	960	Handgenfabrik
126.	1 »	16 »	190	1450	Hub
127.	1 »	16 »	190	1450	Fahr } 3 t-Laufkran
128.	1 »	24 »	190	1450	Katze
129.	1 »	16 »	190	1450	Laufkran
130.	1 »	16 »	190	1450	»
131.	1 »	16 »	190	1450	»
132.	1 »	40 »	190	730	gr. Hub
133.	1 »	40 »	190	730	kl. Hub } 40 t-Kran
134.	1 »	40 »	190	730	Fahr
135.	1 »	75 »	190	1440	Katze
136.	1 »	1/4 »	190	—	Bremse
137.	1 »	1/4 »	190	—	»
138.	1 »	15 »	190	950	25 t-Kran
139.	1 »	30 »	190	720	div. Werkzeugmaschinen
140.	1 »	30 »	190	720	Walzendreherei
141.	1 »	30 »	190	720	»
142.	1 »	15 »	190	960	Schleiferei
143.	1 »	30 »	190	720	Schmiede
144.	1 »	0,25 »	190	1360	Anstreicherei
145.	1 »	30 »	190	720	Schienenadjustage
146.	1 »	30 »	190	720	»
147.	1 »	30 »	190	720	»
148.	1 »	20 »	190	960	»
149.	1 »	10 »	190	960	Fräserei
150.	1 »	15 »	190	960	kl. Trägerpresse
151.	1 »	20 »	190	490	4 t-Laufkran
152.	1 »	20 »	190	955	div. Maschinen
153.	1 »	20 »	190	955	Lochmaschine
154.	1 »	36 »	190	720	Grubenschienenrichterei
155.	1 »	2,3 »	190	950	Laufkatze
156.	1 »	30 »	190	950	Grubenschienenrichterei
157.	1 »	9 »	190	1450	Walzenlagerkran
158.	1 »	30 »	190	970	Transportkran
159.	1 »	3,6 »	190	1425	Laufkatze
160.	1 »	30 »	190	970	»
161.	1 »	30 »	190	970	Blockkran
162.	1 »	3,6 »	190	1425	Laufkatze
163.	1 »	21 »	190	965	»
164.	1 »	15 »	190	965	Rollgang
165.	1 »	48 »	190	720	»
166.	1 »	20 »	190	980	Sägemotor
167	1 »	6 »	190	980	Schleppzug
168.	1 »	6 »	190	980	Rollgang
169.	1 »	30 »	190	570	10 t-Kran
170.	1 »	30 »	190	570	30 t-Kran
171.	1 »	7,5 »	190	960	Wagenbauerei
172.	1 »	15 »	190	960	Schreinerei
173.	1 »	110 »	3000	480	zum Antrieb von Dynamos
174.	1 »	110 »	3000	480	Dolomitmühle
175.	1 »	20 »	190	960	Steinbrecher
176.	1 Gl.-N.-M. .	40 »	720 Gl.	320	Pumpenantrieb
177.	1 »	40 »	720 »	320	»
178.	1 »	40 »	720 »	320	»
179.	1 »	40 »	730 »	320	»
180.	1 Dr.-M. .	90 »	3000 Dr.	720	»
181.	1 »	90 »	3000 »	720	»
182.	1 »	22 »	190	1470	Zerreißmaschinenpumpe
183.	1 »	30 »	190	720	Hub }
184.	1 »	21 »	190	960	Fahr } 10 t-Laufkran
185.	1 »	4,5 »	190	930	Katze }
186.	2 »	je 1/4 »	190	—	Bremsen
187.	1 »	6 »	190	1440	Elektrische Werkzeug
188.	1 Gl.-U. .	25 KW	220/110	580	Für Beleuchtung
189.	1 Gl.-N.-D. .	25 »	220/110	—	Zum Laden v. Akk.-Batt. f.
190.	1 Gl.-D.-D. .	12 »	110	680	Licht. Die drei Dynamos
191.	1 »	9 »	110	830	angetrieben durch Nr. 173.

Es sind ferner installiert ca. 213 Bogenlampen } ca. 175 KW.
ca. 1400 Glühlampen }

Ebenso übersichtlich, wie die Ausrüstung der Elektrizitätswerke mit Kraftmaschinen in Tabellen aufgeführt ist, ebenso sind auch die in den einzelnen Abteilungen eingebauten elektrischen Antriebsmotoren in den Tabellen III bis V, VII und IX zusammengestellt. Unter diesen befinden sich solche für Hüttenwerke und solche für Bergwerke. Die Motoren der Abteilung Sterkrade sind Gleichstrommotoren für 220 Volt, meist mit kleineren Leistungen bis etwa 50 PS. Alle übrigen Motoren sind Drehstrommotoren. Das System der Verteilung ist also, wie bei der großen Ausdehnung nicht anders zu erwarten, vorwiegend Drehstrom.

(Schluß folgt.)

Aus dem Rechtsleben.

Über das **Verhältnis der Polizei zur Telegraphenverwaltung** hat sich das preußische Oberverwaltungsgericht in einer Entscheidung vom 7. Februar 1907 wie folgt ausgelassen: Die Rechtsverhältnisse der Telegraphenlinien der Reichstelegraphenverwaltung zu anderen, die öffentlichen Wege benutzenden elektrischen Anlagen sind durch die §§ 12 und 13 des Telegraphengesetzes vom 6. April 1892 und die §§ 5 und 6 des Telegraphenwegegesetzes vom 18. Dezember 1899 geregelt. Hierdurch sind die allgemeinen Befugnisse der Polizeibehörden, bei gefahrdrohenden Zuständen einzuschreiten — § 10, Tit. 17, Teil II d. Allg. Landrechts —, nicht berührt. Der polizeiliche Schutz der Telegraphen- und Fernsprechanlagen gegenüber anderen elektrischen Anlagen beschränkt sich demgemäß auf den allgemeinen Schutz für Leben und Eigentum, also auf denjenigen für den Bestand der Anlage und für die Gesundheit des Bedienungspersonals. Würde die städtische Lichtleitung derartige Gefahren hervorrufen, so wäre das Einschreiten der Polizei gegen die Stadt gerechtfertigt. Eine solche Gefährdung durch die Lichtleitung ist indessen im fraglichen Falle nicht erwiesen.

Betriebsunfall. Die öffentlichen Straßen dienen auch auf demjenigen Teile dem Fußgängerverkehr, auf dem die Straßenbahngleise liegen. Wer zwischen den Schienen geht, hat jedoch eine erhöhte Aufmerksamkeit anzuwenden und insbesondere sich von Zeit zu Zeit umzusehen, ob nicht etwa ein Straßenbahnwagen naht. Unterläßt er dieses und wird er infolgedessen von einem Motorwagen erfaßt und verletzt, so trifft ihn ein eigenes Verschulden. Diesem steht indessen nach § 254 BGB. die Annahme nicht entgegen, daß vorwiegend die Gefährlichkeit des Straßenbahnbetriebes, da die Motorwagen ziemlich geräuschlos herankommen, nicht auszuweichen vermögen und nicht in kurzer Zeit zum Stehen gebracht werden können, den Unfall verursacht hat. Das gilt um so mehr, wenn die Betriebsgefahr durch ein Versehulden des Motorführers noch erhöht worden ist, der nicht gehörige Aufsicht gehalten und infolgedessen den zwischen den Schienen schon längere Zeit Gehenden nicht gesehen hat. (Entscheidung des Reichsgerichts vom 11. Juli 1907. 6. Zivilsenat.) W. C.

Aus den Geschäftsberichten.

Auszug aus dem XIII. Geschäftsbericht der Aktiengesellschaft Straßenbahn und Elektrizitätswerk Altenburg für das Jahr 1906—1907. Die Entwicklung des Unternehmens machte auch im Berichtsjahre gute Fortschritte. Die im Jahre 1897 aufgestellte Pufferbatterie für den Bahnbetrieb mußte abgebrochen werden, da sie in ihrer Leistung sehr zurückgegangen war. Für die aufzustellende neue Pufferbatterie mit höherer Leistung war es nötig, bessere und größere Räume als bisher zu schaffen. Zu diesem Zwecke hat die Gesellschaft zwischen der Friedrichstraße und der bisherigen Grenze ein Grundstück gekauft und darauf einen Neubau errichtet, der außer zwei Batterieräumen noch einen Keller zur Lagerung von Materialien enthält. Dieser Anbau ist ziemlich fertiggestellt, so daß die neue Batterie voraussichtlich Mitte September in Betrieb genommen wer-

den kann. Während dieses Umbaues war eine wesentliche Erhöhung der Betriebskosten der Kraftstation nicht zu vermeiden. Die Bauten für das Unterwerk und für die Wagenhallenerweiterung sind im Gange.

Die Einnahmen aus dem Bahnbetriebe betragen M. 78473,54 gegen M. 75711,69 im Vorjahre. Diese Mehreinnahme von ca. 3,5% entstand durch die zahlreichere Benutzung der Straßenbahn, welche ca. 25000 Personen mehr beförderte wie im Vorjahre.

Die Anschlüsse für Licht- und Kraftzwecke an das Netz der Gesellschaft haben wesentlich zugenommen. Ende des abgelaufenen Geschäftsjahres waren vorhanden: 763 Abnehmer mit 528 Hausanschlüssen (gegen 678 Abnehmer mit 490 Hausanschlüssen im Vorjahre), deren Versorgung wiederum eine Erweiterung des Kabelnetzes erforderlich machte. Am 30. Juni cr. betrug der Anschluß an das Netz 17451,38 Hektowatt = 34903 Normallampen-Äquivalente (gegen 15515,73 Hektowatt = 31031 Normallampen-Äquivalente im Vorjahre). Die angeschlossenen 17451,38 Hektowatt verteilen sich auf 20403 Glühlampen (17896), 383 Bogenlampen (396), 156 Apparate (136) und 197 Motoren (157) von zusammen 741,82 PS (643) Leistung. Außerdem hat das Werk noch 214 Glühlampen, 9 Bogenlampen und 7 Motoren mit zusammen 67 PS Leistung für eigenen Bedarf in Betrieb.

Die Einnahmen aus dem Licht- und Kraftbetriebe betragen im Berichtsjahre M. 205021,52 gegen M. 182407,09 im Vorjahre.

Der im abgelaufenen Geschäftsjahre erzielte Bruttogewinn beträgt M. 144125 ausschließlich M. 1777,57 Vortrag aus dem Vorjahre und ist sonach um M. 27030,77 = 23,08% höher wie im Vorjahre.

Im Einverständnis mit dem Aufsichtsrate wurde vorgeschlagen, bei reichlichen Rücklagen für das verflossene Geschäftsjahr 6½% Dividende zu verteilen und dem Unterstützungsfonds für die Beamten und Arbeiter M. 3000 zu überweisen.

Neue Bücher.

Handbuch der Ingenieurwissenschaften. Fünfter Teil. Der Eisenbahnbau. Vierter Band. Anordnung der Bahnhöfe. Erste Abteilung. Einleitung. Zwischen- und Endstationen in Durchgangsform, Verschiebebahnhöfe, Güter- und Hafenbahnhöfe. Bearbeitet von A. Goering und M. Oder. Herausgegeben von F. Loewe und Dr. H. Zimmermann. XII und 336 Seiten, Lex. 8° mit 420 Abbildungen im Text und 14 Tafeln. Leipzig 1907, Wilhelm Engelmann. Preis geh. M. 14, geb. M. 17.

Der Plan zu dem die Bahnhofsanlagen behandelnden Bande, dessen erste Abteilung hier vorliegt, rührt von dem verstorbenen Professor Goering her; die Bearbeitung erfolgte in Gemeinschaft mit seinem Schüler, Professor Oder. Der erste Abschnitt, der die kleineren Zwischen- und Endbahnhöfe in Durchgangsform behandelt, stammt aus der Feder Goerings. Die übrigen Abschnitte, die mit 288 Seiten den Hauptteil der Abteilung ausmachen, stammen von Oder. Die zweite Abteilung soll die größeren Kreuzungs- und Endbahnhöfe und die Abstellbahnhöfe enthalten.

Im ersten Abschnitt sind zunächst die reinen Personenbahnhöfe behandelt; dieser Abschnitt wird unsere Leser am meisten interessieren, weil hier die Verhältnisse der nur dem Personenverkehr dienenden Stadt- und Vorortbahnen, die für elektrischen Betrieb hauptsächlich in Frage kommen, besonders berücksichtigt sind. Die Darstellung ist eine außerordentlich klare und systematische, wie sie auch aus Goerings Vorträgen bekannt ist. Die betriebs- und verkehrstechnischen Vorzüge und Nachteile der einzelnen Anordnungen sind eingehend besprochen. Dabei ist es von untergeordneter Bedeutung, daß Bahnhofsanlagen an viergleisigen Strecken und die Änderungen, die der Gleisplan von Endbahnhöfen bei Motorwagenbetrieb erleidet, nicht berücksichtigt sind.

Die folgenden Abschnitte über den Güterverkehr und die ihm dienenden Anlagen zeichnen sich durch eine wissenschaftlich-wirtschaftliche Behandlung des Gegenstandes aus, zu der Oder in früheren Arbeiten den Grund gelegt hat. In dem Abschnitt Ortsgüterbahnhöfe sind die Umschlagsanlagen (Hafenbahnhöfe) — in diesem Umfange wohl zum erstenmal — ausführlich behandelt, wobei auch die maschinellen Hilfsmitteln für die Umladung eingehend berücksichtigt werden. Gegenüber dieser Ausführlichkeit sind an anderer Stelle die Umladeanlagen der Rohgutbahnhöfe (Krane) entschieden zu kurz gekommen; für sie sind nur wenige Zeilen verfügbar gewesen.

Der Herr Verfasser hat die meisten der beschriebenen Anlagen selbst an Ort und Stelle studiert, hierbei die Pläne richtiggestellt und die Einzelheiten mit den maßgebenden Betriebsbeamten eingehend besprochen. Dieser auf die Darstellung verwandte ungewöhnliche Fleiß erhöht natürlich den Wert des Buches beträchtlich; er bildet einen wohltuenden Gegensatz zu der Art und Weise, wie sonst manchmal Bücher »geschrieben« werden.

Bei der Auswahl der Beispiele ist anscheinend der Grundsatz befolgt worden, Wiederholungen mit der »Eisenbahntechnik der Gegenwart« zu vermeiden, deren Band »Bahnhofsanlagen« den gleichen Gegenstand, wenn auch in gedrängterer Form, behandelt.

Zu erwähnen ist noch das ausführliche Sachverzeichnis wie das Verzeichnis der Personennamen, die im Text und den Anmerkungen angezogen sind.

Es hat sich wiederholt an dieser Stelle Gelegenheit gefunden, zu betonen, daß für alle, die auf den Gebiete der elektrischen Bahnen Ersprießliches leisten wollen, das Studium des allgemeinen Eisenbahnwesens unerläßlich ist. In diesem Sinne kann das vorliegende Werk, das besonders als Lehrbuch geschrieben ist, als eine gründliche und gehaltvolle Arbeit empfohlen werden. Schimpff.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

1. Ganze Kraftanlagen (Kraftwerke).

Das städtische Elektrizitätswerk Koburg. Von O. Ely, Nürnberg. (E. T. Z. 23. Jan. 1908, S. 69.)* Erster Ausbau des Werkes für 2500 Glühlampen zu je 16 HK und 60 PS in Motoren; die Gebäude sind für einen gesamten Anschlußwert von 3500 Glühlampen zu je 16 HK, 100 PS in Motoren und 50 Bogenlampen (zu 10 Amp.) bemessen. Druckgas-Anlage (Downson-Gas), Gleichstrom-Dreileitersystem mit Akkumulatorenbatterie für 2 × 250 Volt. Strompreis 60 Pf. für Licht, 25 Pf. für Kraft. Bau und Pachtbetrieb wurde der Firma Gebr. Körting übertragen. Die Gasanlage besteht aus zwei Generatoren zu je 200 PS; der zum Betrieb des Gebläses erforderliche Dampf wird durch zwei gleiche stehende Dampfkessel (Heizfläche 8,9 qm, 4 Atm.) erzeugt. Drei liegende einzylindrige Gasmotoren, Bauart Körting, mit Ventilsteuerung und Drosselklappen-Regelung. Davon zwei Maschinen zu je 100 PSe (Hub 700 mm, Zylinderbohrung 520, 160 Umdr./Min., Ungleichförmigkeit = 1:150), 1 Maschine zu 150 PSe (Hub 955, Zylinderbohrung 950 mm, 140 Umdr./Min.,

Ungleichförmigkeit = 1 : 80). Akkumulatorenbatterie von 972 Amp.St. bei 3 stündiger Entladung. In der inneren Stadt ist das Leitungsnetz unterirdisch verlegt, in der äußeren meist auf Rohrständern, die auf der Rückseite der Dächer oder in den Gärten angebracht sind und dadurch das Straßenbild nicht verunzieren. Abnahmeversuche an den 100 PS-Gasmotoren ergaben einen Anthrazitverbrauch (Heizwert 7930—7960 WE.) von 0,61 kg bei Vollast und 0,76 kg pro KW.St. bei Hallblast. Der 150 PS-Gasmotor verbrauchte 0,522 kg Anthrazit pro KW.St. bei Vollast. Der für die Dampferzeugung verwendete Brennstoff ist dabei mitberücksichtigt. Brennstoffkosten für die verkaufte KW.St. = 3,25 Pf. Der Reinertrag war 1906 nach Abzug von $6^{0}/_{0}$ des Anlagekapitals für Pacht und $2\frac{1}{2}{}^{0}/_{0}$ für den Erneuerungsfonds 11 179 M.

5. Umformung und Aufspeicherung der elektrischen Energie.

The Design of Small Transformes for Metallic Filament. By Hanlon. (El. Rev., London. 31. Jan. 1908.) Die gebräuchlichen Metallfadenlampen können bei 10 bis 16 HK nur für 25 Volt hergestellt werden, bei 0,4 bis 0,64 Amp. Stromverbrauch. Die Umformung der Netzspannung kann mittels kleiner Transformatoren von 1 KW geschehen, welche leicht herstellbar sind. Um die Eisenverluste herabzusetzen, ist bestes Stahlblech (Stalloy) zu verwenden. Es kommen nur Autotransformatoren in Verwendung. Einberechnung eines solchen Transformators für 35 Osramlampen zu 32 HK, 100/200 Volt, sowie für 18 Lampen zu 16 HK, 110 Volt primär, 25 Volt sekundär erscheint durchgeführt. Um den magnetischen Widerstand herabzusetzen, werden vorteilhaft Bleche mit Diagonalfugen verwendet. Die Sekundärspulen sind möglichst gleichförmig auf die beiden Magnetschenkel zu verteilen.

B. Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft.

1. Antrieb von Hüttenmaschinen.

Zum heutigen Stand der elektrisch betriebenen Reversierstraßen. (Stahl und Eisen, Zeitschr. f. d. deutsche Eisenhüttenw., Nr. 51, 18. Dez. 1907.) Es wird eine Tabelle über die in Betrieb befindlichen und die in Ausführung begriffenen elektrisch angetriebenen Umkehrwalzenstraßen gegeben, in Gesamtzahl 12. Arbeitsverbrauch bis maximal 15000 PS Sämtliche Anlagen ausgeführt unter Zugrundelegung des Ilgnersystems.

Elektrischer Antrieb oder Dampfantrieb für Reversierstraßen. (Zeitschr. »Stahl und Eisen« Nr. 49, Jahrg. 1907 und Nr. 5, Jahrgang 1908.) Es werden Vergleichszahlen für die Betriebskosten von Umkehrwalzenstraßen bei elektrischem und bei Dampfantrieb gegeben. Jahreserzeugung in beiden Fällen angenommen zu 300000 t. Nach Nr. 49, Jahrg. 1907, stellen sich die Gesamtkosten bei Dampfantrieb auf M. 353300 und bei elektrischem Betrieb auf M. 306550, nach Nr. 5, Jahrgang 1908, auf M. 302500 und M. 284950. Eine Ersparnis beim elektrischen Antrieb ergibt die Berechnung nicht mehr, wenn die Gestehungskosten der KW.St. 3 Pfg. und für 1000 kg Dampf M. 2,50 sind. Genaue Vergleichszahlen an Hand der neuerdings in Betrieb gesetzten elektrischen Umkehrstraßen und der neueren Anlagen mit Dampfmaschinenantrieb sind noch zu geben.

Maschinelle Einrichtungen für das Eisenhüttenwesen. Von P. Fröhlich. (Z. d. V. D. I., 7. Dez. 1907, S. 1936; 28. Dez. 1907, S. 2051.)* Gießwagen von Bechem & Keetmann: Heben und Eingießen der Pfanne mit Preßwasser, Fahren, Kippen und Schwenken durch Elektrizität. Elektrisch angetriebene Preßwasserpumpe arbeitet auf Akkumulator; 2 Steuerventile für Heben und Einziehen der Pfanne; 2 Fahrmotoren à 30 PS, Königsäule im Unterwagen befestigt, als Zylinder ausgebildet, in dem sich ein Tauchkolben bewegt, an welchem die Gesamtlast hängt; letztere 61 t, davon Pfanne 5 t, Fassungsgewicht 20 t. Gießwagen mit völlig elektrischem Antrieb von L. Stuckenholz; Ausleger an Ketten angehängt, Mittelsäule aus Blech und Profileisen; 2 Fahrmotoren à 75 PS, Höchstgeschw. 120 m pro/Min. Ausleger mit 8 Rollen, die ihn an Schienen der Säule führen. Hubwerk auf dem Ausleger, geht mit diesem auf und ab. Schaltungsschema. — Gießkrane. Für stark beschäftigte Werke 2 Krane, ein kräftiger Gießkran, darüber ein leichterer allgemeiner Transportkran. Als Aufzugsmittel Seile besser als Ketten. Hauptwindwerk für die belastete Pfanne, Hilfswindwerk zum Kippen derselben und für alle anderen Hilfsarbeiten. Pendelnde Bewegung der Pfanne durch starre Aufhängung derselben in Eisengerüst beseitigt, welches an der Katze befestigt ist. Ausführung von Bechem & Keetmann; Hauptkatze und Hilfskatze auf getrennten Bahnen laufend. Ausführung von L. Stuckenholz für Entleerung der Pfanne auf eine Masselgießmaschine; Laufkatze mit Drehscheibe und angehängtem starrem Gerüst; Kippen der Pfanne nach jeder Richtung hin; Pfanne wird beim Hochziehen zwanglaufig gekippt, indem die Schnauze der Pfanne ihre Lage wenig verändert, nachdem sie in der Höchststellung angekommen ist; Drehscheibe mit 3 Windwerken (Drehwerk, Hubwerk, Hilfshubwerk). Ausführung von Liebe-Harkort (Düsseldorf). An der Katze hängt ein Eisengerüst, in dem auf einem Ringe ein zweites Gerüst drehbar ist, welches das Hubwerk trägt, an dem auch das Hilfswerk zum Kippen befestigt ist; beanspruchte viel Raum. Drehbares Gießpfannengehänge von Zobel & Neubert mit Kugellagerung und Hilfshaken für alle anderen Zwecke. 100 t Gießkran von der Wellmann Seaver Engineering Co.; Seiltrommel außerhalb des Kranbalkens, Hilfskatze; alle Motoren mit Stirnradvorgelege, Einrichtung zum Kippen der Pfanne um den Endpunkt der Schnauze. Ausführungen von Zobel & Neubert und von Benrath.

Some new Flywheel Storage Systems. By A. P. Wood. (The Electrical Magazine, Vol. VII, Nr. 3.) Verfasser und Me. Leod wollen im Gegensatz zu den bekannten Schwungradfördersystemen das Schwungrad nicht mit dem Hauptfördermotor kuppeln, sondern getrennt und mit höherer Drehzahl betreiben, um im Notfall sowie bei langsamem, lange aussetzenden Nachtbetrieb auch ohne Schwungrad fördern zu können. Der Fördermotor wird unmittelbar an das Drehstromnetz angeschlossen, parallel zu einem getrennt aufgestellten Puffermaschinensatz.

Dieser besteht beim Kaskaden-Schwungradsystem aus zwei in Kaskade geschalteten Induktionsmotoren (z. B. $2p_1 = 4$ und $2p_2 = 2$), die mit dem Schwungrad starr gekuppelt sind. Wenn der zweite Kaskadenmotor abgeschaltet ist, d. h. bei einer der Polzahl des ersten Motors entsprechenden hohen Drehzahl des Schwungradsatzes (z. B. $n = 1500$ für $2p_1 = 4$ bei 50 Perioden), wird der Fördermotor mit Flüssig-

keitsanlasser im Rotorkreise angelassen, unter gleichzeitiger Einschaltung des zweiten Kaskadenmotors, wodurch wegen der auf 6 vergrößerten Polzahl die Drehzahl des Schwungradsatzes allmählich abfällt und so lange Arbeit über die Sammelschienen an den Fördermotor abgegeben wird, bis die der höheren Polzahl der Kaskadengruppe entsprechende, niedrigere Drehzahl (1000) erreicht ist. Nach beendeter Förderperiode wird der zweite Kaskadenmotor kurzgeschlossen, der Maschinensatz wieder beschleunigt, bis bei etwa $n = 1500$ im Schwungrad so viel Arbeit aufgespeichert ist, daß wieder eine Förderperiode beginnen kann. Nachteile: $\cos\varphi$ = etwa 0,5, dauernder Arbeitsverbrauch des Schwungradsatzes.

Das zweite angegebene System unterscheidet sich vom vorhergehenden nur dadurch, daß die Kaskadenmotoren durch zwei Induktionsmotoren verschiedener Polzahl (z. B. $2p_1 = 4$, $2p_2 = 6$) ersetzt sind. Mit Hilfe eines Umschalters kann entweder der eine oder der andere Motor an das Drehstromnetz angeschlossen werden. Liegt die Maschine mit kleiner Polzahl am Netz, wird der Maschinensatz so lange beschleunigt, bis er etwa 1500 Umdr. pro Min. macht. Um die im Schwungrad aufgespeicherte Arbeit während der jetzt beginnenden Förderperiode in den Fördermotor hinüberzuleiten, wird der andere Motor ($2p = 4$) an das Netz gelegt, wodurch sich die Drehzahl des Satzes unter gleichzeitiger Arbeitsabgabe auf 1000 vermindert. Nach beendeter Förderperiode wird das »entladene« Schwungrad nach erfolgter Umschaltung wieder beschleunigt auf 1500 Umdr. Besserer $\cos\varphi$ als beim Kaskadensystem; auch hier dauernder Arbeitsverbrauch des Schwungradsatzes; sehr bedenklich erscheint das häufige Unterbrechen und Einschalten der Motorströme.

Als weitere Lösung wird vorgeschlagen, das Schwungrad mit einem Synchronmotor zu kuppeln, der bekanntlich $\cos\varphi = 1$ zu erreichen gestattet. Da die Drehzahl des Synchronmotors im allgemeinen konstant ist, muß man, um Arbeit im Schwungrad aufzuspeichern oder zu entnehmen, entweder die Periodenzahl des Netzes ändern oder einen Motor mit drehbarem Stator verwenden. Der in Kugellagern laufende Stator ist außen verzahnt und wird mittels Ritzel durch einen umsteuerbaren Hilfsmotor angetrieben. Ist die synchrone Drehzahl des Hauptmotors bei festem Stator 1000 und läuft der Stator in umgekehrtem Sinne wie der Rotor mit, z. B. 200 Umdr. pro Min., so beträgt die synchrone Drehzahl nur noch 800 bzw. 1200 beim entgegengesetzten Drehsinn. Nachdem das Schwungrad seine größte Geschwindigkeit (1200) erreicht hat, d. h. wenn der Stator mit $n = 200$ im selben Sinne rotiert wie Rotor und Schwungrad, wird der Fördermotor angelassen und gleichzeitig der Hilfsmotor und damit der Stator langsam stillgesetzt, umgesteuert und schließlich auf $n = 200$ im umgekehrten Sinne wie Rotor und Schwungrad gebracht. Während dieser ganzen Zeit gibt das Schwungrad Arbeit zurück über die Sammelschienen zum Fördermotor. Im folgenden Zeitabschnitt wird durch Beschleunigen wieder Arbeit im Schwungradsystem aufgespeichert.

Bemerkenswert an diesen Systemen ist, daß nicht die ganze zum Betrieb des Fördermotors erforderliche Arbeit durch das Schwungradsystem hindurchgeht, sondern dieses nur den überschießenden Arbeitsbetrag aufnimmt und wieder abgibt, während der normale Arbeitsbetrag unmittelbar in den Fördermotor gelangt.

Electric Driving in Steel and Iron Mills. (Elect. Enging., 8. Jan. 1908.) (Nach einer Abhandlung von E. Reed im Electric Journal.) Besonders vorteilhaft erscheint der elektrische Antrieb in Eisen- und Stahlwalzwerken bei Ausnutzung der Abgase von Hochöfen für Kraftzwecke. Bei Stromlieferung von fremden Elektrizitätswerken müßten die Belastungsschwankungen möglichst ausgeglichen werden, da der Höchstbedarf wegen der Stromkosten und hauptsächlich der Regelung wegen herabgesetzt werden muß. Bei kurzen Überlastungen ist die Anbringung großer Schwungmassen vorteilhaft, bei Umkehrstraßen jedoch untunlich, wegen der erforderten kurzen Auslaufzeiten. Die gebräuchlichste Anordnung geschieht durch Zwischenschaltung eines Motorgenerators mit Schwungmassen zwischen Gleichstrom, Fördermotor und Primärmaschine und automatischer Schlupfregelung am Anlaßmaschinensatz. Die Edgar Thomson Steel Works benutzen zum Antrieb einer Schienenwalzenstrasse zwei 1500 PS-Compoundmotoren für 220 Volt, 90—125 Umdr. Das Gewicht des stählernen Schwungrades beträgt 56 t bei 5,5 m Durchmesser. Als typische Beispiele von Umkehrwalzenstraßen mit elektrischem Antrieb sind genannt: Die Hildegardhütte, 3 Motoren zu 1200 PS normal bei 330 Volt in Reihenschaltung treiben eine Straße mit 120 Umdr. maximal, 10000 PS maximaleer Leistung derart an, daß das Umkehren in 6—8 Sek. vollzogen ist, wobei die dem Kraftwerk entnommene Leistung 25% des Höchstverbrauches nicht überschreitet. Die Illinois Steel Works benutzen 2 Motoren zu 2000 PS, 575 Volt, 150 Umdr. maximal, bei welchen das Umkehren in 4—6 Sek. bewerkstelligt werden kann; der mittlere Arbeitsverbrauch beträgt nur 30% des maximal erforderlichen.

Electrical Winding at the Axwell Park Colliery. (Elect. Enging. 30 Jan. 1908.) Die Förderanlage, 75 m Schachttiefe, dient ausschließlich zur Personenförderung und wurde im Jahre 1905 von Dampf auf elektrische Förderung, System Ilgner, umgewandelt. Die Betriebskraft wird einem Unterwerk mit 550 Volt bei 40 Perioden, welche an die Übertragungsleitungen (5500 Volt) der parallel arbeitenden Carville- und Priestman-Kraftwerke angeschlossen ist, entnommen. Das Fördergewicht beträgt 3 t, einschl. 1,4 t Leergewicht der Förderschale. Förderzeit 55 Sek. einschl. 15 Sek. Betriebspause, maximale Fördergeschwindigkeit 2,5 m/Sek. Der Umformersatz besteht aus einem vierpoligen Drehstrom-Asynchronmotor von 30 PS bei 1200 Umdr./Min. mit automatischer Schlupfregelung, größte Geschwindigkeitsänderung 15%; dem massiven Schwungrad von 1,35 m Durchm. 1250 kg Gewicht mit elastischer Kupplung; dem Gleichstromgenerator mit angebauter 2 KW, 240 Volt gemeinsamer Erregermaschine. Der Gleichstromgenerator besitzt Wendepole und ist umkehrbar. Der Fördermotor leistet 50 PS bei 800 Umdr./Min. und arbeitet mittels doppeltem Vorgelege auf die Fördertrommel.

2. Antrieb von Bergwerksmaschinerien.

Ventilatoruntersuchung auf Zeche Friedrich der Große, Schacht III/IV, bei Herne. Mitteilung des Dampfkessel-Überwachungsvereins der Zechen im Oberbergamtsbezirk Dortmund, Essen (Ruhr). (Glückauf, 28. Dez. 1907, S. 1755.)* Beschreibung des von der Maschinenfabrik Hohenzollern gebauten Ventilators von 4500 mm Flügelraddurchmesser für 6000 cbm/Sek. bei 230 mm Depression und 230 Umdrehungen. Der

Antrieb erfolgt durch einen direkt gekuppelten Drehstrommotor von Brown, Boveri & Cie. für 3000 Volt, 380 PS. Beschreibung und Ergebnisse der elektrischen und der Wettermessungen. Gesamtwirkungsgrad 74,7 %.

Neuere Wasserhaltungen mit Sulzer Hochdruck-Zentrifugalpumpen im Ruhrkohlenrevier. Von Ingenieur A. Timm, Berlin. (Glückauf 1908, S. 181.)* Beschreibung der Wasserhaltung auf Schacht Rhein-Elbe III bei Gelsenkirchen, bestehend aus zwei Pumpen für 250 bzw. 470 m Förderhöhe, angetrieben durch direkt gekuppelte Drehstrommotoren von 1500 Umdrehungen, der Anlage auf Zeche Wiendahlsbank, bestehend aus je zwei Pumpen für 2,3 cbm/Min. bei 190 m bzw. 6 cbm/Min. bei 210 m Förderhöhe. Um Wasser von verschiedenen Sohlen zu heben und die Pumpenanlage zu vereinfachen, wird letztere auf der tiefsten Sohle aufgestellt und ihr die Wasser der höheren Sohlen durch Druckleitungen zugeführt, so daß das Gefälle ausgenutzt wird. Derartige Anlagen finden sich auf den Zechen Wirsche und Rosenblumendelle. Hauptwasserhaltung auf Zeche Engelsburg für 4 und 6 cbm/Min. auf 554 m. Neukonstruktion der Pumpen. Erweiterung der Wasserhaltung auf Zeche Viktor um zwei Satze von je 6,5 cbm/Min. auf 615 m. Wirkungsgrad von Pumpe und Motor 70 %. Äußerst geringer Raumbedarf. Begriff der »manometrischen« Förderhöhe. Teilung der Pumpen in zwei hintereinandergeschaltete Anlagen für geringe Fördermengen.

3. Antrieb von Werkzeug- und Arbeitsmaschinen, Pumpen, Kompressoren, Ventilatoren etc.

Single-Phase Motors for Central Station Service. (Elect. World, 4. Jan. 1908, S. 21.) Beschreibung von kleinen Wechselstrominduktions- und Repulsionsmotoren, die hauptsächlich zum Antrieb von Ventilatoren dienen.

Commutator Grinders. (Elect. World, 11. Jan. 1907, S. 114.)* Auf dem Kollektor läuft ein Reibungsrad, das mit Riemen oder Kette das schneller rotierende Abschleifrad antreibt. Durch Zahnradübersetzung wird ein gleichmäßiger Vorschub des Abschleifrades erzielt. Die abzuschleifende Schichtdicke wird durch eine Spindel eingestellt. Zur Inbetriebsetzung wird das Reibungsrad durch einen Hebel von Hand auf den Kollektor aufgepreßt. Die ganze Abschleifvorrichtung wird am Kollektorlager befestigt.

6. Antrieb von gewöhnlichen Hebezeugen aller Arten.

A 100 Ton Electric Wharf Crane. (Elect. Enging., 9. Jan. 1908.) Die Ver. Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbauges. Nürnberg haben für die Hafen- und Dockanlage in Düblin einen 100 t Werftkran erbaut. Der Kranbalken ist um einen vertikalen Zapfen drehbar und mit Gegengewicht ausgeglichen; zur Führung des Kranbalkens dienen ein Rollenlager und ein Halslager, welch letzteres als ringförmiges Walzenlager auf vier Rollen ausgebildet ist. Der Antrieb der Lastenwinde geschieht durch Stirnräder über eine elastische Kupplung von der Laufkatze aus; die Winde ist mit zwei voneinander unabhängigen Bremsen, einer elektromagnetischen und einer mechanischen für die Senkbewegung ausgerüstet. Eine kleinere Hilfswinde für 20 t-Lasten ist ebenfalls vorhanden. Der Antrieb für die Drehbewegung geschieht mittels besonderen Elektromotors; eine Elektromagnetbremse verhindert bei Stillstand des Motors die weitere Drehung. Die elektrische Ausrüstung stammt von Siemens Brothers & Co., London, und werden Drehstromasynchronmotoren für 340 Volt, 25 Perioden, geschlossener Bauart verwendet. Die Hauptabmessungen und charakteristischen Daten des Kranes sind nachstehend zusammengestellt:

	für 100 t	für 20 t
Aktionsradius (von Quaimauer bis Lastenseil)	13,5 m	15 m
Geringster Abstand zwischen Drehachse und Seilhaken .	9 m	9 m
Größte Höhe des Seilhakens über dem Quai	21 m	—
Größte Förderhöhe über Wasserspiegel	30 m	—
Arbeitsgeschwindigkeit:	für 100 t	50 t 20 t
Seilgeschwindigkeit in m pro Min.	1—1,5	2—3 6
Laufkatze	6,5—8,5	— —
Dauer einer ganzen Kranumdrehung Min.	10	— —

D. Bau der Strecken.

1. Vorarbeiten, Linienführung, Unterbau, Oberbau, Bahnhofsanlagen.

T-Rails for Paved Streets. (Street R. Journ., 14. Dez. 1907, S. 1143.)* Erörterungen über die Form der Pflasterrille bei Verwendung von T-Schienen in asphaltierten und gepflasterten Straßen. Konstruktionszeichnungen der verschiedenen Bettungsarten in Beton.

The Permanent Way. By H. L. Weber. (Street R. Journ., 18. Jan. 1908, S. 85.)* Kosten der Betonunterbettung von Straßenbahnschienen mit Ankerbolzen und Klemmplatten.

2. Stromleitung.

Overbead Construction on a Fifteen-Cycle Single-Phase Railway in California. (Street R. Journ., 7. Dez. 1907, S. 1111.)* Kettenaufhängung der Oberleitung für eine 37 km lange in elektrischen Betrieb umgewandelte Dampfbahn. Einzelheiten über Anfhängung und Material.

Single-Phase Catenary Construction. (Street R. Journ., 8. Febr. 1908, S. 222.)* Neuerungen an Vielfachaufhängungen für Wechselstrom. Armausleger für Kurven, welcher die senkrechte Lage der Isolatoren sichert und sonstige Einzelheiten.

Compensateur automatique. Von A. Berthier. (La Lum. electr. 25. Jan. 1908, S. 116.)* Der zur selbsttätigen Spannungsregelung in Wechselstromnetzen dienende Apparat besteht aus einem drehbaren Zusatz-Transformator, dessen eine Wicklung an das zu regelnde Netz angeschlossen ist, während die zweite, (Ankerwicklung) vom Hauptstrom durchflossen wird und von einem Asynchronmotor in dem einen oder anderen Sinne bewegt werden kann. Die Ein- bzw. Umschaltung des Motors erfolgt mittels eines vom Netz gespeisten Solenoides. Für Gleichstromnetze wird statt der induktiven Spannungsregelung eine solche durch Zuschalten von Widerständen benutzt. Das System hat sich in einjährigem Betrieb bestens bewährt, die Abnutzung der Kontakte war äußerst gering.

Herausgegeben von Professor Dr.-Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN — VERLAG MÜNCHEN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN
CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLREN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; C. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. — **13. Juni 1908.** — **Heft 17.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungern M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Bureaux zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36 maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Über die Einführung des elektrischen Betriebes auf den Bayerischen Staatseisenbahnen. Von Prof. Dr.-Ing. W. Reichel. (Fortsetzung.) S. 329.

Das Uppenbornkraftwerk. Von H. Niesz u. Regierungsbaumeister K. Dantscher. (Fortsetzung.) S. 339.

Kleine Nachrichten. S. 343. Nutzbarmachung elektrischer Triebkräfte: Der elektrische Kraftbetrieb der Gutehoffnungshütte. (Schluß.) — Allgemeines: Glühlampenprüfapparat.

Neue Bücher. S. 348.

Über die Einführung des elektrischen Betriebes auf den Bayerischen Staatseisenbahnen.

Von Prof. Dr.-Ing. W. Reichel. (Fortsetzung.)

III. Die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Bahnbetriebes.

Zu unterscheiden sind drei Gruppen von Ausgaben:

a) Auf dem Anlehenswege zu beschaffende Mittel zur Bestreitung der Neubauausgaben und der Neuanschaffungen (Wasserkraftanlagen, Elektrizitätswerke, Leitungen, Umformer, Lokomotiven).

Kraftwerke, deren Leistungsfähigkeit der Bahnbetrieb nicht voll ausnutzt, werden wenigstens zeitweise auch für Zwecke tätig sein, welche außerhalb des Staatsbahnbetriebes liegen. Die Lokomotiven, Leitungen, Umformer dagegen dienen ausschließlich dem elektrischen Bahnbetriebe. Trotz dieser Verschiedenheit sind jedoch alle für diese Zwecke aufzunehmenden Anlehen gleichmäßig auf die Gesamtheit der Staatseisenbahnen zu versichern und wie die anderen Staatseisenbahnanlehen zu behandeln.

b) Ausgaben des elektrischen Bahnbetriebes.

Auf diese finden die Grundsätze des Normalbuchungsformulares in gleicher Weise Anwendung wie bei den Dampfeisenbahnen.

Nur in einer Hinsicht wird bei Einführung des elektrischen Betriebes eine Änderung der finanziellen Gebahrung der bayer. Staatseisenbahnverwaltung angezeigt sein. Beim Dampfbetriebe ist es möglich, ohne Erneuerungsfonds auszukommen. Beim elektrischen Betriebe dagegen erscheint es geboten, einen Erneuerungsfonds so anzulegen, daß die Rücklagen nach Bedarf die Erneuerung ganzer abgenutzter Anlagen oder einzelner durch Neuerungen veralteter Bestandteile gestatten. Für Verwaltung und rechnerische Behandlung der Fonds ist das Normalbuchungsformular maßgebend.

c) Ausgaben für den Betrieb der Kraftwerke.

Aus dem Grundsatze der Bruttoverrechnung, den das Normalbuchungsformular aufstellt, ergibt sich die Notwendigkeit, die Einnahmen und Ausgaben der hauptsächlich für Zwecke des Eisenbahnbetriebes bestimmten Kraftwerke innerhalb der Eisenbahnbetriebsrechnung zu verbuchen. Aus gleichen Gründen wie im Abschnitt b ist auch hier die Anlage eines Erneuerungsfonds notwendig.

Die sehr wichtige Frage, ob die Einführung des elektrischen Eisenbahnbetriebes finanzielle Vorteile bietet, ist durch nachstehendes Beispiel erläutert.

Nach Berechnungen stellt sich für die Linie Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden der Aufwand für elektrische Zugbeförderung, jedoch ohne die Kosten der elektrischen Arbeit, um rd. M. 83000 niedriger als die Zugbeförderung des Dampfbetriebes einschließlich der Brennmaterialkosten. Bei dem berechneten Gesamtverbrauch an elektrischer Arbeit von 1700000 KW.St. darf daher die KW.St. höchstens $\frac{8\,300\,000}{1\,700\,000} = 4{,}9$ Pf. kosten, wenn der elektrische Betrieb nicht teurer sein soll als der Dampfbetrieb.

Nimmt man an, daß das Kraftwerk im Jahre 12000000 KW.St. leistet, daß der gesamte Jahresaufwand M. 175000 beträgt und daß etwa 1500 elektrische Pferdekräfte ständig an Dritte abgegeben werden können, so beträgt bei einem Erlöse von M. 100 für Jahr und Pferdekraft loko Werk die Einnahme

für 1 700 000 KW.St. zu 4,9 Pf. (Bahnbetrieb) rund	M.	83 000
für 1 500 PS zu M. 100	»	150 000
zusammen	M.	233 000
ab die Ausgaben	M.	175 000
bleibt Reingewinn	»	58 000.

Oder mit anderen Worten: die Selbstkosten der Kilowattstunde für den Bahnbetrieb (M. 83 000 bis 58 000 = M. 25 000) würden unter diesen Voraussetzungen nur $\frac{2\,500\,000}{1\,700\,000} = 1{,}5$ Pf. betragen, die Einführung des elektrischen Betriebes also finanziell sehr vorteilhaft sein.

Die Berechnungsweise, nach der die Bahnverwaltung nur einen bestimmten Höchstbetrag für die elektrische Arbeit aufwenden darf, führt dazu, die Kraftwerke als besondere Unternehmen zu betrachten, von denen die Linie den Strom gegen Entgelt bezieht und für deren entbehrliche Arbeit auch andere Abnehmer gesucht werden. Daher wird neben der allgemeinen Eisenbahnbetriebsrechnung für jedes Kraftwerk noch eine besondere Rechnung zu führen sein, in welcher Rohertrag, Betriebsausgaben und Rücklagen, Reinertrag, Schuldendienst und Reingewinn, endlich die Selbstkosten des Stromes für den Bahnbetrieb ausgewiesen werden.

Betriebsausgaben.

In der allgemeinen Betriebskostengruppierung sind vollständig neu die durch Fernleitung und Fahrdraht bedingten Ausgaben, welche durch Einsparungen auf anderen Gebieten Deckung finden müssen. Sie bilden einen beträchtlichen Zuschlag zu den Betriebsausgaben und beeinträchtigen die Wirtschaftlichkeit um so mehr, je weniger die Leitungen ausgenutzt werden, d. h. je ungünstiger das Verhältnis der aus der Leitung genommenen Kilowattstundenzahl zu den Kosten der Leitung ist. Dagegen entfallen beim elektrischen Betriebe die Kosten des Brennmaterials und des Speisewassers; an ihre Stelle tritt der Aufwand für die Beschaffung der elektrischen Arbeit. Auf das Brennmaterial entfällt der Hauptanteil von den Materialkosten des Dampfbetriebes. Zu dem Kaufpreis frei Bahnwagen Versandstation kommen noch außerbayerische und bayerische Frachten, dann Kosten der Entladung, Lagerung und Lokomotivbeholhlung. Diese Nebenkosten wachsen großenteils mit der Transportweite. Die Vergleichsberechnungen werden sich daher am günstigsten für die südbayerischen Linien gestalten. Der Aufwand für Speisewasser und Putzmaterial ist nicht von Bedeutung; er beträgt nur wenige Prozente der Brennmaterialkosten.

Wegen der offenliegenden Schmiervorrichtungen werden die Dampflokomotiven wesentlich mehr Schmiermaterial benötigen als elektrische Lokomotiven.

Eine wesentliche Änderung erfahren die Personalkosten.

Zunächst fallen die Kosten der Anheizung sowie der Beseitigung der Verbrennungsrückstände fort. Ferner gestattet der elektrische Betrieb eine bessere Diensteinteilung; denn die bei den Dampflokomotiven unvermeidlichen größeren Vor- und Nacharbeiten werden bei ihm geringer, zum Teil fallen sie ganz fort. Die Aufenthaltszeiten sowie die Zeiten für die betriebsfertige Bereitstellung der Maschinen werden bei elektrischem Betriebe kürzer. Für die Bedienung der Lokomotiven sind voraussichtlich nur Führer notwendig. Bei Verwendung von Lokomotiven oder Triebwagen kann auch das Schaffnerpersonal für die einfachen Verrichtungen der Motorbedienung ausgebildet werden. Verwendet man das Personal abwechselnd in beiden Diensten, so ist für den Reservedienst nur Personal aus einer Gruppe erforderlich.

Während sich die Feststellung der Kosten für die Unterhaltung und Erneuerung der Lokomotiven beim Dampfbetrieb auf langjährige Erfahrungen stützen kann, sind für diese Ausgaben beim elektrischen Hauptbahnbetrieb Schätzungen vorzunehmen.

Für die Ausbesserung und laufende Instandhaltung der Lokomotiven werden voraussichtlich geringere Aufwendungen zu machen sein als für Dampflokomotiven, da der Elektromotor eine einfachere Maschine ist als die Dampfmaschine mit ihrem Kessel. In den später folgenden Berechnungen ist hierfür ein Satz von 5 % des Buchwertes der elektrischen Lokomotive angenommen. In den nachfolgenden Berechnungen ist die für die Höhe der Erneuerungsrücklagen maßgebende Lebensdauer der Dampflokomotive und elektrischen Lokomotive gleich groß mit 25 Jahren angenommen und die Rücklage aus dem gesamten Buchwert der Lokomotive berechnet. Zurzeit sind Dampflokomotiven billiger als elektrische, also kleinere Rücklagen nötig.

Die Instandhaltung der Leitungsanlagen erfordert hauptsächlich Aufwand für Personal, für Isolationsmaterial und für weniger wertvolle Materialien der Tragvorrichtungen. Für die wertvollen Kupferleitungen selbst wird kein nennenswerter Instandhaltungsaufwand zu machen sein. Die in kleineren Betrieben gesammelten Erfahrungen geben genügenden Anhalt.

Für die Leitungsanlage ist die Lebensdauer der einzelnen Teile nach der Verschiedenheit der Inanspruchnahme anzusetzen. Der Fahrdraht wird durch das Schleifen der Stromabnehmerbügel abgenutzt, das Kupfermaterial behält aber einen hohen Altwert, der in Abzug zu bringen ist. Im übrigen sind es nur weniger wertvolle Materialien, die einer vorzeitigen Abnutzung unterliegen. Das eiserne Gestänge hat bei guter Instandhaltung eine sehr lange Lebensdauer.

Der Vergleich der Betriebskosten wird nun um so günstiger für den elektrischen Betrieb ausfallen, je größere Ausdehnung dieser hat. Denn erst dann kommen die Vorteile, daß die elektrische Lokomotive eine größere kilometrische Leistung als die Dampflokomotive hat, voll zur Geltung, und ebenso werden die Speiseleitungen, deren Anlagekosten für die einzelne Linie hoch ausfallen, voll ausgenutzt.

In der Betriebskostenberechnung kommen ferner manche Vorzüge des elektrischen Betriebes nicht zum Ausdruck, da sich ihre Wirkung nicht ohne weiteres zahlenmäßig bestimmen läßt. Sie können aber von günstigem Einfluß auf die Hebung des Verkehrs sein. So z. B. die dem Dampfbetriebe gegenüber kürzere Fahrzeit; die größere Betriebsbereitschaft der Maschinen und im Zusammenhang damit die Möglichkeit, häufiger mit geringerem Personalaufwand fahren zu können.

Bei Gebirgstrecken kommt der Vorteil der elektrischen Lokomotive, Steigungen in kürzerer Zeit und leichter zu überwinden als die Dampflokomotive, deren Leistung durch den Kessel enger begrenzt ist, besonders zur Geltung, da hierdurch die Leistungsfähigkeit der Strecke erhöht wird.

In manchen Fällen wird auch die Rauchlosigkeit des Betriebes von besonderem Werte sein.

Noch in anderer Hinsicht kann der elektrische Betrieb Erleichterungen bringen.

Bei lebhaftem Pendelverkehr wird durch Züge, die aus Triebwagen zusammengestellt sind, vermöge der höheren Anfahrbeschleunigung, welche die der Dampfzüge erheblich übersteigt, sowohl eine nennenswerte Kürzung der Fahrzeiten erzielt, als auch eine Kürzung der Aufent-

haltszeit auf den Umkehrstationen erreicht werden. Hieraus resultiert eine raschere Zugfolge, eine bessere Ausnutzung des Fahrmaterials und eine Entlastung der Endstationen.

Das Fahrschienengleis und den Oberbau wird bei gleicher Fahrgeschwindigkeit der elektrische Betrieb nicht stärker beanspruchen als der Dampfbetrieb. Daher werden besondere Mehrkosten hierfür nicht vorzusehen sein. Sollte bei einer Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit nach Einführung des elektrischen Betriebes eine stärkere Abnutzung des Oberbaues eintreten, so würde diesem Nachteil der Vorteil der Verkehrsbeschleunigung gegenüberstehen. In der Kostengegenüberstellung, welche für beide Betriebsarten natürlich auf gleicher Grundlage durchzuführen war, konnte diese Möglichkeit ziffermäßig nicht zum Ausdruck gebracht werden.

Maßstab für die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebes.

Von größter Bedeutung ist die Frage, auf welchen Linien des rechtsrheinisch bayerischen Bahnnetzes der elektrische Betrieb finanzielle Erfolge erwarten läßt. Die Antwort hierauf ist aus den Angaben der Tafel II, Heft 14, im Vereine mit den Ergebnissen der nachstehenden Betrachtung zu entnehmen.

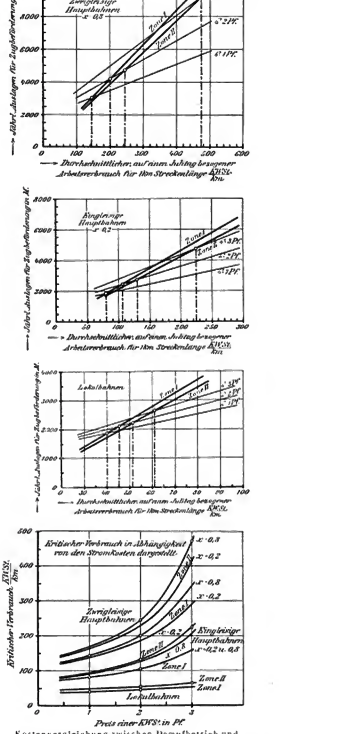
Schon eine ganz allgemeine Überlegung sagt, daß mit Rücksicht auf Kohlenpreis die Verhältnisse für die Einführung des elektrischen Betriebes im Süden und Südosten Bayerns günstiger liegen als im nordwestlichen Teile.

Aschaffenburg, die Einfuhrstelle für den größten Teil der Lokomotivkohle, ist ein Grenzpunkt auch für die Preisverhältnisse. Die Kohlenpreise sind dort mit M. 20 für die Tonne am niedrigsten und wachsen mit der Entfernung von Aschaffenburg bis über den Betrag von M. 24. Die Kosten der in Wasserkraftanlagen am Nordrande der Alpen hergestellten elektrischen Arbeit dagegen erreichen in Aschaffenburg für Bayern den höchsten Wert.

Nähere Angaben über den Weg, auf dem ein Bild von dem Einfluß dieser Preisabstufung auf die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebes gewonnen werden kann, liefert die nachstehende Betrachtung. **Erstens** kann die Untersuchung über die Rentabilität des elektrischen Betriebes einer Linie in der Weise durchgeführt werden, daß für die Linie einerseits die Kosten der elektrischen Zugbeförderung, anderseits die Zugbeförderungskosten bei Dampfbetrieb festgestellt und sodann aus dem Unterschiede der beiderseitigen Kosten berechnet wurde, was bei dem Arbeitsbedarf die elektrische Arbeit höchstens kosten darf, wenn der elektrische Betrieb nicht teurer sein soll als der Dampfbetrieb.

Zweitens kann in ähnlicher Weise ermittelt werden, welche Verkehrsdichtigkeit oder mit anderen Worten, welcher Verbrauch an elektrischer Arbeit mindestens vorhanden sein muß, wenn der elektrische Betrieb finanzielle Vorteile bieten soll. Während also früher von der Größe des Verkehrs, d. h. dem durch sie bedingten Verbrauch an Kilowattstunden ausgegangen und daraus ein nicht zu überschreitender Grenzwert für die Kosten der elektrischen Arbeit berechnet wurde, setzt die zweite Betrachtungsweise die Kosten der elektrischen Arbeit als gegeben voraus und berechnet den zur finanziellen Bauwürdigkeit mindestens erforderlichen Arbeitsverbrauch.

Dieser Mindestverbrauch möge **„kritischer Verbrauch“** genannt werden. Ziffermäßige Ermittelungen für je eine Zone gleicher Kohlenpreise in der nördlichen und südlichen Landeshälfte sind in der folgenden Übersicht niedergelegt, welche den »kritischen Verbrauch« für diese Zonen bei bestimmten Kosten der elektrischen Arbeit ersehen läßt.



Kostenvergleichung zwischen Dampfbetrieb und elektrischem Betrieb.

——— Kosten des Dampfbetriebes, welche bei Einführung elektrischer Zugbeförderung entfallen;

– – – Jährliche Vergleichskosten bei elektrischem Betrieb;

♀ Kritischer Verbrauch, d. i. Arbeitsverbrauch, bei welchem die Kosten der beiden Betriebsarten einander gleich werden;

Zone I: gekennzeichnet durch die Verbindungslinie Kempten — München — Rosenheim. Kosten einer Tonne Kohle K = M. 24;

Zone II: gekennzeichnet durch die Verbindungslinie der Knotenpunkte Nürnberg—Hamberg. Kosten einer Tonne Kohle K = M. 22;

x: Arbeitsverbrauch für Personenverkehr;

x + y: Gesamt-Arbeitsverbrauch;

s in Pf.: Kosten einer KW.St. am Speisepunkt; für Zone I: s = 1 bis 5 Pf., für Zone II: s = 2 bis 5 Pf.

Fig. 374 bis 377.

Die südliche Zone ist durch die Linie Kempten—München—Rosenheim gekennzeichnet. Die Tonne Kohle kostet hier, auf der Lokomotive verladen, durchschnittlich M. 24. Die nördliche Zone, für welche die Kohlenkosten M. 21 betragen, ist durch die Linie Nürnberg—Bamberg bezeichnet und hat höhere Kosten der dorthin übertragenen elektrischen Arbeit als in der südlichen Landeshälfte. Nimmt man an, daß der Durchschnittspreis für 1 KW.St. am Speisepunkt in der südlichen Zone 1 bis 2 Pf., in der nördlichen Zone 2 bis 3 Pf. beträgt, so berechnen sich die folgenden Werte für den kritischen Verbrauch:

Der Mindestverbrauch für 1 km Streckenlänge beträgt:	in der südl. Zone KW.St.	in der nördl. Zone KW.St.
bei zweigleisigen Hauptbahnen . . .	145—200	245—475
bei eingleisigen Hauptbahnen. . . .	80—105	130—230
bei Lokalbahnen	40—46	55—65

Hierzu die Fig. 374 bis 377 welche alle erforderlichen Ziffern enthalten.

Die Übersicht zeigt, daß in der südlichen Landeshälfte die Einführung des elektrischen Betriebes schon auf Linien von viel geringerer Verkehrsdichtigkeit wirtschaftlich ist, während bei den nördlichen Linien der Verbrauch (die Verkersdichtigkeit) viel größer, bei manchen Strecken mehr als doppelt so groß sein muß.

Vergleicht man diese Werte des kritischen Verbrauches mit dem in Tafel II, Heft 14, für jede Strecke eingetragenen Verbrauch nach den Verkehrsverhältnissen des Jahres 1906, so zeigt sich, auf welchen Strecken der Verbrauch in Kilowattstunden kleiner ist als der kritische Verbrauch, d. h. auf welchen Linien unter den angegebenen Voraussetzungen die Einführung des elektrischen Betriebes Einsparungen verspricht.

Für die südlichen Hauptbahnen ist der kritische Verbrauch im allgemeinen gedeckt; die stark belegten Linien weisen sogar einen reichlichen Überschuß auf. Hierdurch wird das Gebiet, auf welchem die Einführung des elektrischen Betriebes bei Ausnutzung der Wasserkräfte finanzielle Erfolge verspricht, in der Hauptsache auf das südliche Bayern und einige nach Norden führende Linien beschränkt.

Nach der vorstehend gekennzeichneten erschöpfenden Behandlung aller allgemeinen Gesichtspunkte geht die Denkschrift über zu:

B. Besonderer Teil,

und zwar zu den:

I. Untersuchungen über einzelne Linien.

Praktische Erprobung soll der elektrische Betrieb zunächst auf drei Linien der Bayerischen Staatsbahnen finden, nämlich auf der Strecke Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden, dann auf den neuzuerbauenden Linien von Garmisch-Partenkirchen zur Landesgrenze bei Scharnitz und zur Landesgrenze bei Griesen, für deren Ausrüstung ein Betrag von insgesamt M. 5735000 vorgesehen ist.

a) Einführung des elektrischen Betriebes auf der Linie Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden.

Ein Bild der Verkehrsverhältnisse auf den Linien Freilassing—Bad Reichenhall—Berchtesgaden bietet die nachfolgende Zusammenstellung, welche für die letzten fünf Jahre die Fahrleistungen in Tonnen ersehen läßt:

Fahrleistungen in Brutto-Tonnen[1]) auf 1 km Streckenlänge

im Jahre	auf der Hauptbahnstrecke Salzburg—Bad Reichenhall	auf der Lokalbahn Bad Reichenhall—Berchtesgaden
1902	902 000 t	249 000 t
1903	855 000 t	238 000 t
1904	866 000 t	310 000 t
1905	936 000 t	316 000 t
1906	960 000 t	376 000 t
1907	982 000 t	419 000 t
Zunahme seit 1902:	80 000 t	170 000 t

Bei der Bedienung des durchgehenden Verkehrs, z. B. der durchgehenden Wagen München—Berchtesgaden, macht sich die Verschiedenheit in den Streckenverhältnissen der beiden Linien in ungünstiger Weise geltend.

Die Linie bis Reichenhall hat nur geringe Steigung und trägt vollständig den Charakter einer Flachlandbahn. Die anschließende Lokalbahnlinie nach Berchtesgaden dagegen beginnt unmittelbar hinter Kirchberg · Reichenhall mit einer 5,7 km langen Steigung von 40‰, und weist auch im weiteren Verlauf die Eigenarten einer Gebirgsbahn auf.

Zur Bewältigung dieser verschiedenen Aufgaben ist zurzeit ein Lokomotivwechsel in Reichenhall notwendig.

Diese Schwierigkeiten im Lokomotivdienste, in der Zugbildung und bei der Überwindung der großen Steigungen machten sich infolge der raschen Entwicklung des Verkehrs nach Berchtesgaden in erhöhtem Maße fühlbar und führten zu der Frage, ob nicht der elektrische Betrieb Abhilfe schaffen könnte.

Die elektrische Lokomotive kann den Anforderungen beider Strecken, einerseits rascher Fahrt in der Ebene, anderseits großer Zugkraft auf den Steigungen, gerecht werden. Die Züge können daher ohne Maschinenwechsel von Salzburg über Reichenhall bis Berchtesgaden durchgeführt werden. Ein weiterer verkehrstechnischer Vorteil liegt darin, daß sich durch die Kürzung der Fahrzeit auf den Steigungen Fahrplan und Ausnutzung der eingleisigen Linie wesentlich verbessern lassen und daß eine Mehrung der Zugfahrten beim elektrischen Betrieb mit geringerem Mehraufwande an Betriebskosten möglich ist als bei

[1]) Ohne das Gewicht der Lokomotiven.

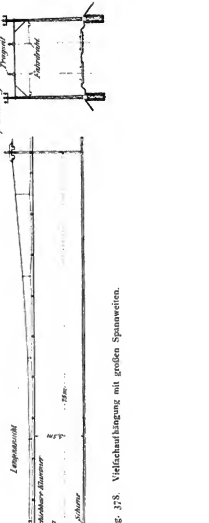


Fig. 378. Vielfachaufhängung mit großen Spannweiten.

Dampfbetrieb. Außerdem wird die mit dem Dampfbetrieb verbundene Rauchbelästigung wegfallen, ein Vorteil, der für Bad Reichenhall besondere Bedeutung besitzt, weil bisher im dortigen Bahnhofe infolge des Lokomotivwechsels eine starke Rauchentwicklung unvermeidlich war.

die gleichen Lokomotiven können die 5,7 km lange Steigung von 40‰ zwischen Kirchberg und Hallthurm mit einer Anhängelast von 90 t und einer Geschwindigkeit von 35 km in der Stunde befahren.

Diese Zugleistungen wurden dem Entwurfe des Fahrplanes für den elektrischen Betrieb der Strecke zugrunde gelegt. Die Zahl der Züge wurde nach der Verkehr-

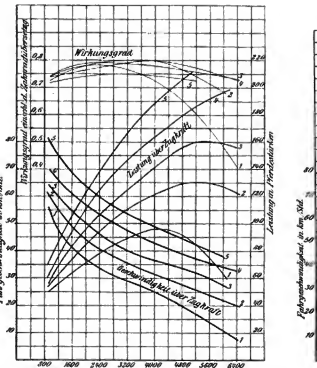


Fig. 379. Darstellung der Leistungsverhältnisse einer vierachsigen elektrischen Lokomotive, ausgerüstet mit vier Motoren Type WE 70 der A.E.G.

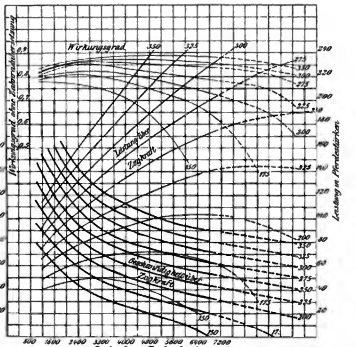


Fig. 380. Darstellung der Leistungsverhältnisse einer vierachsigen elektrischen Lokomotive, ausgerüstet mit vier Motoren Type WBM 280 der S.S.W.

Die den Schaulinien beigesetzten Zahlen bezeichnen die Spannung am Motor für die verschiedenen Schaltstufen.

Für die Erzeugung der elektrischen Energie kann in nächster Nähe der Bahnlinie die Wasserkraft der Saalach verwertet werden. Der Entwurf sieht die Verwendung von einphasigem Wechselstrom mit 10000 Volt Fahrdrahtspannung vor. Spannung und Stromart sind so gewählt, daß die elektrische Ausrüstung der Strecke und der Triebmittel den Anforderungen des Hauptbahnbetriebes entspricht.

Für die Fahrleitung soll die in vorstehender Fig. 378 dargestellte Bauart der Vielfachaufhängung mit großen Spannweiten Anwendung finden.

Für die durchgehenden Züge sind Lokomotiven mit vier Triebachsen, für die Lokalzüge und sonstigen Zwecke zweiachsige Lokomotiven vorgesehen. Jede Triebachse wird durch Zahnräder mit einem Wechselstrom-Kollektormotor gekuppelt.

Die Leistungsverhältnisse der vierachsigen Lokomotiven sind durch obenstehende Fig. 379 und 380 zur Darstellung gebracht.

Fig. 379 gibt das Verhältnis zwischen Zugkraft und Fahrgeschwindigkeit für die Kollektormotoren der Bauart Winter-Eichberg, ausgeführt durch die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin, Fig. 380 für die Reihenschlußmotoren der Siemens-Schuckert-Werke.

Die vierachsigen Lokomotiven befördern zwischen Salzburg und Reichenhall Züge von 175 t Bruttolast mit einer Grundgeschwindigkeit von 80 km in der Stunde; steigerung bemessen, welche bis zur Zeit der Einführung des elektrischen Betriebes zu erwarten ist. Als Zeit dieser Einführung ist das Jahr 1910 angenommen.

Die gleichen Fahrleistungen müßten daher in jener Zeit auch mit Dampfzügen erreicht werden.

Den Fahrplan stellt Fig. 305, Heft 14, dar. Um einen Vergleich der voraussichtlichen Fahrgeschwindigkeit und Zuggzahl des Jahres 1910 mit den bisherigen Verhältnissen zu erleichtern, wurde auch der Dampffahrplan des Sommers 1907 eingezeichnet. Die für das Jahr 1910 als neu hinzukommend angenommenen Züge sind durch die Beiziffer a hervorgehoben. Die Vermehrung der Züge zwischen Bad Reichenhall und Berchtesgaden um vier Zugpaare, wie sie für 1910 angenommen ist, würde beim Dampfbetrieb wegen der längeren Fahrdauer zu erheblichen Schwierigkeiten führen. Wie aus der Darstellung zu ersehen ist, werden sich die Fahrzeiten gegenüber dem Dampfbetrieb erheblich günstiger gestalten. Bei elektrischem Betrieb wird die Fahrzeit für Personenzüge zwischen Salzburg und Bad Reichenhall 35—40 Minuten (gegen 50 vorher), für Schnellzüge 32 Minuten (gegen vorher 45) betragen.

Auf der Lokalbahn Bad Reichenhall—Berchtesgaden betragen die Fahrzeiten bei elektrischem Betrieb für die Hinfahrt 48 Minuten, für die Rückfahrt 50 Minuten (gegen vorher 70). Die Fahrzeit zwischen Salzburg

und Berchtesgaden wird hiernach durchschnittlich um etwa 35 Minuten gekürzt.

Auf Grund des Fahrplanes wurde aus diesen Linien durch Zusammenfassung der gleichzeitig auftretenden Einzelbelastungen die erforderliche Gesamtleistung des Kraftwerkes berechnet und in Fig. 305, Heft 14, dargestellt; während der 20 Betriebsstunden beträgt die durchschnittliche Belastung 352 Kilowattstunden an den Motoren und 660 PS an den Turbinen.

Kostenanschlag für Einführung des elektrischen Betriebes auf der Bahnlinie Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden.

I. Fahrbetriebsmittel.

Für die Beschaffung der nötigen Lokomotiven sind vorzusehen
Summe I M. 780 000

II. Streckenausrüstung.

a) Fahrdrahtleitung:

An Hartkupferprofildraht von 100 qmm werden verlegt 5,4 km zweigleisige Strecke, 31 km eingleisige Strecke, 15,6 km in Bahnhöfen, hierzu kommen die Isolatoren, Drahtseile und Masten, endlich die Kosten der Verlegung
Summe II a M. 701 000

b) Speiseleitungen:
Summe II b M. 120 000

c) Für Umlegung von Telegraphen- und Telephonleitungen, für Abänderung der vorhandenen Lokomotivschuppen und sonstige bauliche Vornahmen Summe II c M. 169 000.

Zusammenstellung:

I. Fahrbetriebsmittel	M. 780 000
II. Streckenausrüstung 701 000 + 169 000 + 120 000 =	» 990 000
Gesamtanlagekosten	M. 1 770 000

Vergleichung der Zugbeförderungskosten auf der Strecke Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden bei Dampfbetrieb und elektrischem Betrieb.

Verkehrsleistung im Jahre 1906—1007.

Strecke:	Zug-km	t/km
Salzburg—Bad Reichenhall	127 643	19 605 680
Bad Reichenhall—Berchtesgaden	82 097	6 480 638
Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden .	209 740	26 086 318

Zur Berechnung der Zugbeförderungskosten auf der Strecke Salzburg—Bad Reichenhall dienten die Aufschreibungen des Jahres 1906 für die Lokomotiv- und Dienstgruppe von 7 Lokomotiven der Bauart D XII, welche auf den Strecken Salzburg—Bad Reichenhall und Salzburg—Rosenheim Dienst leisteten.

Für Personalkosten, Instandhaltung der Lokmotiven, Erneuerungsrücklagen und Verzinsung der Anlagekosten bemißt sich der Anteil nach den Stunden der Verwendung; er beträgt $\frac{24\,118}{38\,336}$ d. i. 63 % der Gesamtkosten.

Für die Kosten der Betriebsmaterialien und die Unterhaltung der Lokomotiven bemißt sich der Anteil nach den geleisteten Lokomotivkilometern; er beträgt $\frac{187\,401}{204\,605}$ d. i. 63,5 % der Gesamtkosten.

Die Lokallahn Bad Reichenhall—Berchtesgaden wurde mit 7 Lokomotiven der Bauart D VIII, die ausschließlich für diese Strecke gebraucht werden, betrieben. Die Betriebskosten können daher unmittelbar den Aufschreibungen des Jahres 1906 entnommen werden.

1. Bezüge des Lokomotivpersonals.

Strecke Salzburg—Bad Reichenhall.

Von den Kosten der 8 Personale der 7 D XII-Lokomotiven (M. 39 101) entfällt als Anteil nach den Stunden der Verwendung
39 101 × 0,63 . . . . . M. 24 603
20 % Zuschlag für allgemeine Unkosten . . . . . » 4 927
M. 29 502

Strecke Bad Reichenhall—Berchtesgaden.

An Personalkosten für die D VIII-Lokomotiven . . . . M. 15 350
20 % Zuschlag für allgemeine Unkosten . . . . . » 3 070
M. 18 420

2. Kosten der Betriebsmaterialien.

Strecke Salzburg—Bad Reichenhall.

Die Kosten der Betriebsmaterialien beliefen sich:

	Gesamtbetrag	Anteil-verhältnis	Ant d. Strecke Salzburg Bad Reichenhall
α) für Brennmaterial	auf M. 73 308,52	0,635	= M. 46 552
β) » Speisewasser	» » 3933	0,635	= » 1025
γ) » Schmieröl	» » 3552	0,635	= » 2256
δ) » sonstige Betriebsmaterialien	» » 500	0,635	= » 317
Summe	M. 80 393,52		M. 51 050

Anmerkung: Auf 1000 Zug-km treffen α) 15 t Kohle im Werte von M. 365, β) 124 cbm Wasser im Werte von M. 15, γ) und δ) M. 20 in Summa auf 1000 Zug-km M. 400.

Strecke Bad Reichenhall—Berchtesgaden.

Die Gesamtkosten der Betriebsmaterialien für die Strecke Reichenhall—Berchtesgaden betragen

α) Brennmaterial .	M. 44 760
β) Speisewasser .	» 1 867
γ) Schmieröl .	» 1 823
δ) sonstige Betriebsmaterialien . .	» 204
	M. 48 654 = M. 592 für 1000 Zug km.

3. Unterhaltung der Lokomotiven.

a) Strecke Salzburg—Bad Reichenhall.

Für die Hauptuntersuchungen, die ungefähr alle 30 Monate, für die Laufuntersuchungen, die zwischen zwei Hauptuntersuchungen einmal während der 30 Monate vorgenommen werden, und für größere Ausbesserungen sind im Jahre 1906 für eine D XII-Lokomotive durchschnittlich folgende Kosten erwachsen:

Hauptuntersuchung	M. 1680
Laufuntersuchung	» 452
Größere Ausbesserungen	» 1510
Jährliche Unterhaltungskosten	M. 3642

Der Anteil der Strecke Salzburg—Bad Reichenhall an den Unterhaltungskosten beträgt nach der Lokomotivkilometerleistung

7 × 3642 × 0,635 = M. 16 190

Anmerkung: Auf 1000 Lokomotiv-km treffen . . . M. 86,5
» 1000 Zug-km treffen . . . . . » 127,0
» 1 D XII-Lokomotive treffen 6,6 % des Buchwertes an Unterhaltungskosten.

b) Strecke Bad Reichenhall—Berchtesgaden.

Für die Unterhaltung einer D VIII-Lokomotive wurden im Jahre 1906 folgende Aufwendungen gemacht:

Hauptuntersuchung	M. 1384
Laufuntersuchung	» 400
Größere Ausbesserungen	» 1050
Jährliche Gesamtkosten	M. 2834

Für 7 D VIII-Lokomotiven betragen die Unterhaltungskosten

7 × 2834 = M. 19 838

Anmerkung: Auf 1000 Lokomotiv-km treffen . . . M. 165
» 1000 Zug-km treffen . . . . . » 242
» 1 D VIII-Lokomotive treffen 8,1 % des Buchwertes an Unterhaltungskosten.

4. Laufende Instandhaltung der Lokomotiven.

a) Strecke Salzburg—Bad Reichenhall.

Löhne für Reinigung, Entfernung der Rückstände, Reinigung der Maschinenhäuser, Beschaffung der Putzmaterialien etc für eine D XII-Lokomotive ein jährlicher Durchschnittsbetrag von M. 925, also im ganzen

7 × 925 × 0,63 = M. 4080

Anmerkung: Auf 1000 Lokomotiv-km treffen . . . M. 22
Instandhaltungskosten,
Auf 1000 Zug-km treffen . . . . . » 32
Instandhaltungskosten.

b) Strecke Bad Reichenhall—Berchtesgaden.

Für Instandhaltung einer D VIII-Lokomotive ist ein jährlicher Durchschnittsbetrag von M. 750 anzusetzen. Die Instandhaltungskosten für 7 D VIII-Lokomotiven betragen also

7 × 750 = M. 5250

Anmerkung: Auf 1000 Lokomotiv-km treffen . . . M. 44
Instandhaltungskosten.
Auf 1000 Zug-km treffen . . . . . » 64
Instandhaltungskosten.

5. Erneuerungsrücklagen für die Lokomotiven.

a) Strecke Salzburg—Bad Reichenhall.

Die Beschaffungskosten für eine D XII-Lokomotive betragen durchschnittlich M. 55 700, die Erneuerungsrücklage beträgt für die Lebensdauer von 25 Jahren bei 4 % Verzinsung 2,4 % der Anlagekosten.

Der Anteil nach der Verwendungszeit

7 × 55 700 × 0,024 × 0,63 = M. 5895.

b) Strecke Bad Reichenhall—Berchtesgaden.

Die Beschaffungskosten für eine D VIII-Lokomotive betragen durchschnittlich M. 38 700.

Für die Lebensdauer von 25 Jahren bei 4 % Verzinsung beträgt die Erneuerungsrücklage

7 × 38 700 × 0,024 = M. 6500.

6. Verzinsung der Lokomotiven.

a) Streeke Salzburg—Bad Reichenhall.

Bei Annahme einer 4prozentigen Verzinsung des Anlagekapitals für die Lokomotiven beträgt der Anteil:

$$7 \times 55\,700 \times 0{,}04 \cdot 0{,}63 = \text{M. } 9825.$$

b) Streeke Bad Reichenhall—Berchtesgaden.

Für die Verzinsung zu 4% sind aufzuwenden:

$$7 \times 38\,700 \times 0{,}04 = \text{M. } 10\,836.$$

Zusammenstellung der Zugbeförderungskosten des Dampfbetriebes im Jahre 1906.

	Salzburg—Bad Reichenhall	Bad Reichenhall—Berchtesgaden	Salzburg Bad Reichenhall—Berchtesgaden
	M.	M.	M.
1. Bezüge des Lokomotivpersonales	29 562	18 420	47 982
2. Kosten der Betriebsmaterialien:			
α) Brennmaterial	46 552	44 760	91 312
β) Speisewasser	1 925	1 867	3 792
γ) Schmieröl	2 256	1 823	4 079
δ) Sonstige Materialien	317	204	521
3. Unterhaltung der Lokomotiven	16 190	19 838	36 028
4. Laufende Instandhaltung der Lokomotiven	4 080	5 250	9 330
5. Erneuerungsrücklagen	5 895	6 500	12 395
6. Verzinsung der Lokomotiven	9 825	10 836	20 661
Gesamte Zugbeförderungskosten	116 602	109 498	226 100
für ein Zug-km	0,91	1,33	1,08

Verkehrsleistung des Dampfbetriebes zur Zeit der Eröffnung des elektrischen Betriebes.

Die Zugfahrten, welche der Sommerverkehr zur Zeit der Einführung des Elektrischen Betriebes — es ist hierfür das Jahr 1910 angenommen — voraussichtlich heanspruchen wird, sind auf dem bildlichen Fahrplan der Fig. 305, Heft 14, für den Monat des stärksten Verkehrs dargestellt.

Um hieraus die Verkehrsleistung für den ganzen Sommerfahrplan des Jahres 1910 abzuleiten, wurde die Fahrleistung des Sommerfahrplans 1910 in dem Verhältnisse erhöht, in welchem der voraussichtlich stärkste Verkehr des Jahres 1910 den des Jahres 1906 übertrifft.

Die Jahresleistung zur Zeit der Einführung des elektrischen Betriebes im Jahre 1910 wird sonach voraussichtlich betragen:

	Zug-km	t/km
Strecke Salzburg—Bad Reichenhall	133 925	20 716 288
Strecke Bad Reichenhall—Berchtesgaden	101 017	7 070 231
Strecke Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden	234 942	28 086 519

Voraussichtlicher Arbeitsbedarf für den elektrischen Betrieb der Strecke Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden im Jahre 1910.

a) Für die Zugbeförderung.

Der große Unterschied im Arbeitsverbrauch der beiden Fahrrichtungen macht die Ausscheidung der Fahrleistungen für Hin- und Rückfahrt notwendig.

Hiernach wird der jährliche Arbeitsbedarf für elektrische Zugbeförderung im Jahre 1910 betragen:

für die Streeke	KW.St.
Salzburg—Bad Reichenhall	483 580
Bad Reichenhall—Salzburg	306 250
Bad Reichenhall—Berchtesgaden	304 040
Berchtesgaden—Bad Reichenhall	204 400
	1 448 270

b) Für den Versehubdienst

wird der Arbeitsverbrauch unter der Annahme berechnet, daß 5% der im Streekendienste gefahrenen Lokomotiv-km, also 0,05 × 234 942 = 11 750 Lokomotiv-km hierfür anzurechnen sind.

Für 1 Lokomotiv-km im Verschubdienst werden 2,5 KW.St. gerechnet, hierauch ergibt sieh ein Arbeitsbedarf von 11 750 × 2,5 = 29 370 KW.St.

c) Für Erzeugung der Bremsluft

werden 0,58 W.St. für 1 t/km verbraucht. Bei Güterzügen ist keine Bremsluft erforderlich. Von der Verkehrsleistung der Streeke Salzburg—Bad Reichenhall sind daher nur 80% (d. h. die Personenzüge) zu rechnen

20 716 288 × 0,8 =	16 573 030 t/km
Strecke Bad Reichenhall—Berchtesgaden	7 070 231 »
zusammen	24 543 261 t/km

Der Arbeitsbedarf beträgt daher 24 543 261 × 0,58 = 14 235 001 W St. = 14 235 KW.St.

d) Für Beleuchtung und Heizung.

Für die Streeke Salzburg—Bad Reichenhall beträgt die jährliche Brennzeit aller Züge 1200 Stunden. Für jeden Zug sind durchschnittlich 2,0 KW zu rechnen.

Für die Streeke Bad Reichenhall—Berchtesgaden beträgt die Brennzeit aller Züge 1000 Stunden. Für jeden Zug sind durchschnittlich 1,5 KW notwendig.

Der jährliche Arbeitsbedarf für Beleuchtung beträgt demnach:

für die Streeke Salzburg—Bad Reichenhall	1200 × 2,0 = 2400 KW.St.
» » » Bad Reichenhall—Berchtesgaden	1000 × 1,5 = 1500 »
	3900 KW.St.

Der jährliche Arbeitsbedarf für Heizung beträgt:

für die Streeke Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden

im Dezember, Januar, Februar	35 700 + 0630 KW.St.
» November und März	19 900 + 5920 »
» Oktober und April	7 800 + 2400 »
	81 350 KW.St.

Zusammenstellung des Arbeitsbedarfes.

Beförderung der Züge	1 448 270 KW St.
Verschubdienst	29 370 »
Erzeugung der Bremsluft	14 235 »
Beleuchtung der Züge	3 900 »
Heizung der Züge	81 350 »
	1 577 124 KW.St.
Mittlerer Verlust in Fahr- und Speiseleitung	118 876 »
	1 696 000 KW.St.,

rund 1 700 000 KW.St. im Elektrizitätswerk.

Vergleichung der Kosten des künftigen (1910) Dampfbetriebes und elektrischen Betriebes.

1. Bezüge des Lokomotivpersonales.

a) Streeke Salzburg—Bad Reichenhall. (Dampfbetrieb.)

Die auf die Streeke Salzburg—Bad Reichenhall im Verhältnis der Zug-km erhöhten Personalkosten betragen im Jahre 1910:

$$29\,562 \times \frac{133\,925}{127\,643} = \text{M. } 31\,020.$$

b) Streeke Bad Reichenhall—Berchtesgaden

Eine neue Aufstellung für die Lokomotivbesetzung ergibt:

$$18\,518 \cdot 1.2 = \text{M. } 22\,220.$$

Personalkosten der Streeke Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden M. 53 240.

Streeke Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden. (Elektrischer Betrieb.)

Voraussichtlich sind für den Sommerdienst 10 Führer, für den Winterdienst 8 Führer mit einem durchschnittlichen Jahresbezuge von M. 2700 einschließlich der Fahrgelder und Zulagen notwendig.

Der Aufwand für die Lokomotivführer beträgt daher:

$$\text{Sommerdienst } 10 \times 2700 \times \frac{5}{12} = \text{M. } 11\,250$$

$$\text{Winterdienst } 8 \times 2700 \times \frac{7}{12} = \text{M. } 12\,600$$

$$\text{M. } 23\,850$$

$$\text{Personalkosten } 23\,850 \cdot 1{,}2 = \text{M. } 28\,620$$

2. Kosten der Betriebsmaterialien.

a) Streeke Salzburg—Bad Reichenhall. (Dampfbetrieb.)

α) Brennmaterial:

An Brennmaterial werden für 1000 Zug-km 15 t Ruhrkohle (Normalkohle) verbraucht, à M. 25,60 (1910)

$$\text{daher } 133\,925 \times \frac{15 \times 25{,}60}{1000} = \text{M. } 51\,428.$$

β) Speisewasser:

Verbrauch an Speisewasser: 124 cbm für 1000 Zug-km. Bei M. 0,12 für 1 cbm betragen die Kosten

$$133\,925 \times \frac{124 \times 0{,}12}{1000} = \text{M. } 2009.$$

γ) Schmieröl und sonstige Betriebsmaterialien für die Lokomotiven:

Für Schmieröl und die übrigen Betriebsmaterialien sind auf 1000 Zug-km M. 20 zu rechnen,

$$\text{daher } 133\,925 \times \frac{20}{1000} = \text{M. } 2680.$$

b) Streecke Bad Reichenhall—Berchtesgaden.

α) Brennmaterial:

An Brennmaterial werden für 1000 Zug-km 21,6 t Ruhrkohle verbraucht, à M. 26 (1910),

$$\text{daher } 101\,017 \times \frac{21{,}6 \times 26}{1000} = \text{M. } 56\,772$$

β) Speisewasser:

Verbrauch an Speisewasser: 181 cbm für 1000 Zug-km. Bei M. 0,126 für 1 cbm betragen die Kosten

$$101\,017 \times \frac{181 \times 0{,}126}{1000} = \text{M. } 2321.$$

γ) Schmieröl und sonstige Betriebsmaterialien:

Auf 1000 Zug-km der Lokomotiven sind M. 25 zu rechnen,

$$\text{also } 101\,017 \times \frac{25}{1000} = \text{M. } 2524.$$

Die Kosten der Betriebsmaterialien für die Strecke Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden betragen daher:

Brennmaterial	51 428	+ 56 772	= M. 108 200
Speisewasser	2 009	+ 2 321	= » 4 330
Schmieröl und Sonstiges	2 680	+ 2 524	= » 5 204
			M. 117 734

Streeke Salzburg—Bad Reichenhall. (Elektr. Betrieb.)

Schmieröl und sonstige Betriebsmaterialien für die Lokomotiven.

Unter der Annahme, daß für 1 Zug-km 15 g Schmieröl verbraucht werden, berechnet sich der Schmierölverbrauch bei rund 235 000 Zug-km auf

$$235\,000 \times \frac{15}{1000} = 3525 \text{ kg.}$$

Schmieröl kostet 1 kg M. 0,30, also betragen die Kosten des Schmieröls $3525 \times 0{,}3 =$ M. 1058.

Für die übrigen Betriebsmaterialien sind auf 1000 Zug-km M. 1,20 aufzuwenden, also

$$235\,000 \times \frac{1{,}20}{1000} = \text{M. } 282.$$

Die Kosten der Betriebsmaterialien betragen daher:

Schmieröl	M. 1058
Sonstige Materialien	» 282
zusammen:	M. 1340

3. Unterhaltung der Lokomotiven.

(Hauptuntersuchungen, Laufuntersuchungen und größere Ausbesserungen.)

a) Strecke Salzburg—Bad Reichenhall. (Dampfbetrieb.)

Für 1000 Zug-km M. 127, demnach

$$133\,925 \times \frac{127}{1000} = \text{M. } 17\,010$$

b) Streecke Bad Reichenhall—Berchtesgaden.

Unterhaltungskosten im Jahresdurchschnitt M. 2834 für 1 D VIII-Lokomotive, also bei 9 für den Betrieb erforderlichen D VIII-Lokomotiven

$$9 \times 2834 = \text{M. } 25\,506.$$

Unterhaltungskosten der Lokomotiven Strecke Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden M. 42 516.

Streeke Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden. (Elektrischer Betrieb.)

Für die Unterhaltung 5 % der Beschaffungskosten, also

$$780\,000 \times 0{,}05 = \text{M. } 39\,000.$$

4. Laufende Instandhaltuog der Lokomotiven.

a) Streecke Salzburg—Bad Reichenhall. (Dampfbetrieb.)

Instandhaltungskosten für 1000 Zug-km M. 32, also

$$133\,925 \times \frac{32}{1000} = \text{M. } 4285.$$

b) Streecke Bad Reichenhall—Berchtesgaden.

Instandhaltungskosten für 1000 Zug-km M. 64, also

$$101\,017 \times \frac{64}{1000} = \text{M. } 6465.$$

Kosten der laufenden Instandhaltung Strecke Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden M. 10 750.

Streeke Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden. (Elektrischer Betrieb.)

An Instandhaltungskosten für eine vieraehsige elektrische Lokomotive jährlich M. 1000, für eine zweiaehsige elektrische Lokomotive jährlich M. 500, also

$$4000 + 2000 = \text{M. } 6000.$$

5. Erneuerungsrücklagen für die Lokomotiven.

a) Strecke Salzburg—Bad Reichenhall (Dampfbetrieb.)

Nach der Rechnung für das Jahr 1906 betragen die im Verhältnis der Zug-km erhöhten Erneuerungsrücklagen

$$5895 \times \frac{133\,925}{127\,043} = \text{M. } 6176.$$

b) Streecke Bad Reichenhall—Berchtesgaden. (Dampfbetrieb.)

Beschaffungskosten der 9 D VIII-Lokomotiven M. 348 300, also bei Lebensdauer von 25 Jahren und 4 % Verzinsung

$$348\,300 \times 0{,}024 = \text{M. } 8\,359.$$

Erneuerungsrücklagen für die Lokomotiven der Strecke Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden M. 14 535.

Strecke Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden. (Elektr. Betrieb.)

Die Beschaffungskosten der Lokomotiven betragen M. 780 000. Für die Lebensdauer von 25 Jahren betragen die Erneuerungsrücklagen bei 4 % Verzinsung 2,4 % der Beschaffungskosten, also

$$780\,000 \times 0{,}024 = \text{M. } 18\,720.$$

6. Verzinsung der Lokomotiven.

a) Strecke Salzburg—Bad Reichenhall. (Dampfbetrieb.)

Der Anteil der Streeke Salzburg—Bad Reichenhall an der Verzinsung der Kosten im Verhältnis der erhöhten Zug-km beträgt:

$$9825 \times \frac{133\,925}{127\,043} = \text{M. } 10\,293.$$

b) Streecke Bad Reichenhall—Berchtesgaden. (Dampfbetrieb.)

Die Beschaffungskosten von 9 D VIII-Lokomotiven betragen M. 348 300, also für die 4 % Verzinsung

$$348\,300 \times 0{,}04 = \text{M. } 13\,932.$$

Streeke Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden. (Elektr. Betrieb.)

Die Beschaffungskosten der acht elektrischen Lokomotiven betragen M. 780 000.

Für 4 % Verzinsung sind demnach aufzuwenden

$$780\,000 \times 0{,}04 = \text{M. } 31\,200.$$

7. Erneuerung, Instandhaltung und Verzinsung der elektrischen Streeckoausrüstung.

a) Erneuerung und Instandhaltung. (Elektr. Betrieb.)

Bezeichnung	Anlagekapital M.	Lebensdauer Jahre	Erneuerungsrücklagen [1]) %	Erneuerungsrücklagen [1]) Betrag M.	Jährliche Ausgaben für Instandhaltung der Anlage %	Jährliche Ausgaben für Instandhaltung der Anlage Betrag M
Fahrleitungen:						
Kupferwerd d. Fahrdrahtes	84 000	15	2,69	2260	0,5	420
Übrige Ausrustung, Maste, Drahtseile, Isolatoren und Verlegung . . .	617 000	50	0,654	4035	0,5	3085
Speiseleitungen:						
Kupferseil	79 000	50	0,223	176	0,5	395
Übrige Ausrüstung, Maste, Isolatoren usw. . . .	41 000	50	0,654	268	0,5	205
zusammen .	821 000			6739		4105
hierzu Löhne						4320
						8425

[1]) Unter Berücksichtigung der Altwerte.

b) Verzinsung.

Für 4% Verzinsung der Gesamtanlagekosten der Streckenausrüstung von M. 990 000 sind aufzuwenden:

$$990\,000 \times 0{,}04 = \text{M. } 39\,600.$$

Übersicht über die Kosten der Zugbeförderung

	bei Dampfbetrieb	bei elektr. Betrieb (mit elektr. Arbeit)	bei elektr. Betrieb (ohne elektr. Arbeit)
Lokomotivpersonal	M. 53 240		M. 28 620
Betriebsmaterialien	» 117 734		» 1 340
Unterhaltung der Lokomotiven	» 42 516		» 30 000
Laufende Instandhaltung der Lokomotiven	» 10 750		» 6 000
Erneuerungsrücklagen für die Lokomotiven	» 14 535		» 18 720
Verzinsung der Lokomotiven	» 24 225		» 31 200
Erneuerung, Instandhaltung und Verzinsung der elektrischen Streckenausrüstung	—		» 54 764
zusammen:	M. 263 000		M. 179 634

Abgleichung.

Kosten des Dampfbetriebes	M. 263 000
Kosten des elektrischen Betriebes ohne die Kosten der elektrischen Arbeit	» 179 644
Restbetrag verfügbar für die Kosten der elektrischen Arbeit	M. 83 356

Nach der Aufstellung des Arbeitsbedarfes beträgt der Jahresverbrauch des elektrischen Betriebes 1 700 000 KW.St.

Unter der Voraussetzung, daß der elektrische Betrieb keinesfalls höhere Kosten verursachen soll als der Dampfbetrieb, dürfen die Kosten einer Kilowattstunde im Kraftwerke bis zu $\frac{83\,356 \times 100}{1\,700\,000} = 4{,}9$ Pf. betragen.

b) Elektrische Zugbeförderung auf den Linien von Garmisch-Partenkirchen zur Landesgrenze bei Scharnitz und bei Griesen.

Für die Wahl elektrischer Zugbeförderung auf den neu zu erbauenden Linien von Garmisch zur Landesgrenze waren ähnliche Erwägungen maßgebend wie bei der Reichenhaller Linie. Auch diese Strecken erfordern als Gebirgslinien große Zugkraft zur Überwindung der Steigungen.

Die Fahrdrahtanlage und die Triebmittel wurden in ähnlicher Ausführung und für die gleiche Stromart und Spannung vorgesehen wie für die Linie Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden.

Für die Hauptbahnstrecke Garmisch—Partenkirchen zur Landesgrenze bei Scharnitz sind vierachsige Lokomotiven, für die Lokalbahn zur Landesgrenze bei Griesen leichtere dreiachsige Lokomotiven in Aussicht genommen.

Da die österreichische Nachbarverwaltung die Linien von der Landesgrenze bis Innsbruck und Reutte elektrisch betreiben will, so wird späterhin, wenn die Strecke München—Garmisch für elektrische Zugbeförderung eingerichtet ist, einheitlicher elektrischer Betrieb von München bis Innsbruck und Reutte—Kempten möglich sein.

Kosten der elektrischen Einrichtung auf Strecke Garmisch-Partenkirchen—Landesgrenze bei Scharnitz.

I. Fahrbetriebsmittel.

Für Lokomotiven werden vorgesehen	M. 500 000

II. Streckenausrüstung.

a) Fahrleitungen:

22,27 km eingleisige freie Strecke.

3,6 km in Bahnhöfen . . . . . M. 312 000

b) Speiseleitungen:

23,64 km Doppelleitung von 50 qmm Querschnitt für 50 000 Volt Spannung. Von der Landesgrenze bis Garmisch, unter Benutzung des Bahngestänges . . . » 68 000

M. 380 000

III. Transformatorenstationen.

Transformatorenstation in Garmisch-Partenkirchen	M. 80 000

Zusammenstellung.

I. Fahrbetriebsmittel	M. 500 000
II. Streckenausrüstung	» 380 000
III. Transformatorenstation	» 80 000
Gesamtanlagekosten:	M. 960 000

Kosten der elektrischen Einrichtung auf der Lokalbahn Garmisch-Partenkirchen—Landesgrenze bei Griesen.

I. Fahrbetriebsmittel.

Es sind erforderlich . . . . . Sa. I	M. 210 000

II. Streckenausrüstung.

a) Fahrleitungen:

13,80 km eingleisige freie Strecke

1,06 km in Bahnhöfen.

b) Speiseleitungen für 50 000 Volt Spannung:

1. 14,7 km Doppelleitung (50 qmm Querschnitt) von Garmisch bis zur Landesgrenze unter Benutzung des Bahngestänges;
2. 20 km Doppelleitung (50 qmm Querschnitt) von dem Elektrizitätswerk Lechbruck bis Vils an der Lokalbahn auf besonderem Gestänge Sa. II | M. 380 000

III. Transformatorenstationen.

Transformatorenstationen in Garmisch-Partenkirchen und Vils . . . . . Sa. III	M. 140 000

Zusammenstellung.

I. Fahrbetriebsmittel	M. 210 000
II. Streckenausrüstung	» 380 000
III. Transformatorenstationen	» 140 000
Gesamtanlagekosten:	M. 730 000

Vergleichende Berechnungen über die Kosten der Zugbeförderung bei Dampf- und bei elektrischem Betriebe lassen erkennen, daß auch hier von der Einführung des elektrischen Betriebes eine Kostenersparnis zu erwarten ist. Da jedoch manche Verhältnisse sich bei diesen Linien zurzeit noch nicht überblicken lassen, so wurde davon in der Denkschrift Abstand genommen, diese Vergleichberechnungen wiederzugeben.

Die Begründung der im außerordentlichen Budget 1908 und 1909 für Einführung des elektrischen Bahnbetriebes geforderten Mittel ist hiemit abgeschlossen. Außerdem folgen noch Angaben über Kosten und Rentabilität des elektrischen Betriebes auf einigen für diese Betriebsweise vielleicht schon bald in Betracht kommenden Bahnlinien und zwar:

München—Garmisch-Partenkirchen (mit Peißenberg),
Tutzing—Kochel (mit Penzberg),
München—Gauting (Nahverkehr),
München—Bad Tölz—Schliersee,
Holzkirchen—Rosenheim,

welche sämtlich von dem Walchenseewerke mit elektrischem Strom versorgt werden können.

c) Elektrischer Betrieb der Linie München—Garmisch-Partenkirchen einschließlich der Anschlußlinien nach Kochel, Penzberg und Peißenberg.

Die Erbauung der neuen Bahnlinie von Garmisch einerseits nach Innsbruck, anderseits nach Reutte—Kempten wird zweifellos auf den Verkehr der Linie München—Garmisch-Partenkirchen in hohem Maße anregend wirken, insbesondere bei Erzielung der von den Verkehrsinteressenten lebhaft gewünschten Abkürzung der Fahrzeiten.

Nachstehende Übersicht gibt einen Vergleich mit den Fahrzeiten des Dampfbetriebes:

Strecke	Länge in km	Fahrzeiten für durchgehende Züge: Dampfbetrieb	Fahrzeiten für durchgehende Züge: elektrischem Betrieb	Kürzung bei elektrischem Betrieb
München—Starnberg.	27,9	$31^1/_2$ Min.	$25^1/_2$ Min.	$5^2/_4$ Min.
» —Kochel	75,1	101 »	$77^1/_2$ »	$23^1/_2$ »
» —Murnau	74,9	$80^3/_4$ »	$71^1/_2$ »	18 »
» —Garmisch.	100,6	$134^1/_2$ »	$99^1/_2$ »	35 »
Garmisch—München.	100,6	131 Min.	$97^1/_2$ Min.	$33^1/_2$ Min.
Murnau— »	74,9	84 »	$67^1/_2$ »	$16^1/_2$ »
Kochel— »	75,1	98 »	$75^1/_4$ »	$22^3/_4$ »
Starnberg— »	27,9	29 »	$24^1/_4$ »	$4^{21}/_4$ »

Über Anlagekosten und Betriebskosten gibt nachstehende Aufstellung Aufschluß.

Kosten der elektrischen Ausrüstung auf den Bahnstrecken München—Garmisch-Partenkirchen, Tutzing—Kochel (einschl. Penzberg) und Weilheim—Peißenberg.

I. Fahrbetriebsmittel.

Hiefür sind erforderlich . . . . . Summe I M. 2 210 000

II. Streckenausrüstung.

a) Fahrleitungen:

33,2 km doppelgleisige freie Strecke
93,86 km eingleisige freie Strecke
58,44 km Bahnhofgleise Summe IIa M. 2 650 000

b) Speiseleitungen für 50 000 Volt Spannung:

80 km Speiseleitung (120 qmm Querschnitt) vom Walchenseewerk nach Pasing auf dem Bahngestänge und
17 km Speiseleitung (35 qmm Querschnitt) vom Walchenseewerk nach Murnau auf eigenem Gestänge
Summe IIb M. 535 000

c) Abänderung der Schwachstromleitungen:

145 km Streckenlänge . . . . . Summe IIc M. 325 000
Summe II M. 3 510 000

III. Transformatorenstationen.

Für Transformatorenstationen in Pasing, Murnau und Kochel sind erforderlich . . . . . Summe III M. 210 000

Zusammenstellung.

I.	Fahrbetriebsmittel	M. 2 210 000
II.	Streckenausrüstung	» 3 510 000
III.	Transformatorenstationen	» 210 000
	Gesamtanlagekosten	M. 5 930 000

Vergleichung der Zugbeförderungskosten für die Linien München—Garmisch-Partenkirchen, Tutzing—Kochel—(Penzberg) und Weilheim—Peißenberg.

Die Vergleichung der Zugbeförderungskosten bei Dampfbetrieb, und bei elektrischem Betrieb wurde in der gleichen Weise durchgeführt wie für die Linie Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden. Die Rechnung stützt sich auf die bei Beginn dieser Studien vorliegenden Verkehrsziffern des Sommerfahrplanes 1906 und des Winterfahrplanes 1906/1907. Die Ergebnisse sind folgende:

1. Verkehrsleistungen.

Sommerfahrplan 1906 und Winterfahrplan 1906/07.

	Zug-km	t/km
Sommerfahrplan 1906	578 660	90 109 600
Winterfahrplan 1906/07	534 187	95 171 000
Jahresleistung	1 112 847	185 280 600

2. Arbeitsbedarf des elektrischen Betriebes.

Beförderung, Beleuchtung, Heizung der Züge etc. .	7 886 000 KW.St.	
Verlust in den Fahr- und Speiseleitungen . . .	591 500	»
	8 478 100 KW.St.	

oder rund 8 500 000 KW.St. im Elektrizitätswerk.

3. Übersicht über die Kosten der Zugbeförderung

	Dampfbetrieb	bei elektrischem Betrieb (ohne elektrische Arbeit)
Lokomotivpersonal	M. 181 500	M. 101 200
Betriebsmaterialien	» 309 364	» 6 430
Unterhaltung der Lokomotiven	» 96 476	» 110 500
Laufende Instandhaltung der Lokomotiven	» 28 652	» 18 250
Erneuerungsrücklage für die Lokomotiven	» 36 940	» 53 040
Verzinsung der Lokomotiven	» 61 568	» 88 400
Erneuerung, Instandhaltung und Verzinsung der elektr. Streckenausrüstung . .	» —	» 212 180
zusammen M.	814 500	M. 590 000

Abgleichung:

Dampfbetrieb	M. 814 500
Elektrischer Betrieb ohne elektrische Arbeit	» 590 000
Restbetrag, verfügbar für die Kosten der elektr. Arbeit .	M. 224 500

Nach der Aufstellung des Arbeitsbedarfes beträgt der Jahresverbrauch des elektrischen Betriebes 8 500 000 KW.St.

Die Kosten einer KW.St. im Kraftwerk dürfen also höchstens

$$\frac{22\,450\,000}{8\,500\,000} = 2{,}6 \text{ Pf.}$$

betragen, wenn der elektrische Betrieb nicht teurer sein soll als der Dampfbetrieb.

Das Walchenseewerk wird die KW.Std. voraussichtlich zu einem wesentlich geringeren Preise liefern können.

d) Elektrischer Betrieb im Nahverkehr München—Gauting.

Der Nahverkehr stellt wegen der stark vermehrten Zugleistungen an den Feiertagen sehr ungleichmäßige Anforderungen an den Lokomotivpark und an das Kraftwerk.

Während an Wochentagen für die Bedienung des Nahverkehrs nach Pasing und Gauting fünf Zugeinheiten genügen, sind an Feiertagen für die Durchführung des Fahrplanes zwölf Zugeinheiten notwendig.

Beim Dampfbetrieb kann der Bedarf an Lokomotiven für die Feiertagzüge in sehr wirtschaftlicher Weise durch Güterzuglokomotiven gedeckt werden, welche infolge der Sonntagsruhe im Güterdienst in genügender Anzahl zur Verfügung stehen.

Der Aufwand für die als verfügbar angenommenen elektrischen Güterzuglokomotiven anderer Linien wurde dem Gautinger Nahverkehr mit dem Teilbetrag angerechnet, welcher durch das Verhältnis der Dienstzeit im Nahverkehr zu der gesamten jährlichen Dienstzeit bestimmt ist.

Die Fahrzeiten sind so bemessen, daß sie von elektrischen Güterzugslokomotiven mit einer Höchstgeschwindigkeit von 60 km pro St. und einer Anhängelast von 250 t eingehalten werden können. Dabei wird die Fahrt von München bis Gauting gegenüber dem Dampfbetrieb um fünf Minuten gekürzt.

Kosten der elektrischen Einrichtung auf der Nahverkehrsstrecke München HB.—Planegg—Gauting.

I. Fahrbetriebsmittel.

Für Lokomotiven oder eine entsprechende Zahl von Triebwagen sind erforderlich	M.	700 000

II. Streckenausrüstung.

Fahrleitungen.

14,1 km zweigleisige Strecke } 9,8 km eingleisige Strecke }	M.	400 000
III. Transformatorenstation (Pasing) M.		120 000

Zusammenstellung:

I.	Fahrbetriebsmittel	M. 700 000
II.	Streckenausrüstung	» 400 000
III.	Transformatorenstation	» 120 000
	Gesamtanlagekosten	M. 1 220 000

Vergleichung der beiderseitigen Zugbeförderungskosten.

Das Ergebnis der eingehenden Vergleichsberechnung ist folgendes:

1. Verkehrsleistungen.

Sommerfahrplan 1906 und Winterfahrplan 1906/07.

	Zug-km	t/km
Sommerfahrplan 1906	217 676	21 779 000
Winterfahrplan 1906/07	230 556	21 798 000
Jahresleistung	449 232	43 577 000

2. Arbeitsbedarf des elektrischen Betriebes.

Beförderung, Beleuchtung, Heizung der Züge etc.	2 419 000 KW.St.
Leitungsverlust	181 000 »
Vom Elektrizitätswerk abzugeben	2 600 000 KW.St.

3. Übersicht über die Kosten der Zugbeförderung

	Dampfbetrieb	bei elektrischem Betrieb (ohne elektrische Arbeit)
Lokomotivpersonal	M. 69 080	M. 36 660
Betriebsmaterialien	» 142 715	» 2 570
Unterhaltung der Lokomotiven	» 37 515	» 40 000
Laufende Instandhaltung der Lokomotiven	» 10 120	» 7 810
Erneuerungsrücklagen für die Lokomotiven	» 14 200	» 19 200
Verzinsung der Lokomotiven	» 23 670	» 32 000
Erneuerung, Instandhaltung und Verzinsung der elektr. Streckenausrüstung	» —	» 36 240
zusammen:	M. 297 300	M. 174 500

Abgleichung:

Dampfbetrieb	M. 297 300
Elektrischer Betrieb ohne elektrische Arbeit	» 174 500
Restbetrag, verfügbar für die Kosten der elektr. Arbeit	M. 122 800

Wenn die Kosten für den elektrischen Betrieb nicht höher werden sollen als für den Dampfbetrieb, darf eine KW.St. im Kraftwerke

$$\text{bis } \frac{12\,280\,000}{2\,600\,000} = 4{,}7 \text{ Pf.}$$

kosten.

e) Elektrischer Betrieb der Strecken München H.-B.—Bad Tölz—Schliersee und Holzkirchen—Rosenheim.

In bezug auf diese Strecke sind keine besonderen Bemerkungen zu machen.

Kosten der elektrischen Ausrüstung.

I. Fahrbetriebsmittel.

Hierfür werden vorgesehen	M. 2 765 000

II. Streckenausrüstung.

a) Fahrleitungen

22,7 km doppelgleisige freie Strecke 75,5 km eingleisige freie Strecke 72,1 km Bahnhofgleise	M. 2 440 000

b) Speiseleitungen

Speiseleitungen (120 qmm Querschnitt, 50 000 Volt) vom Walchenseewerk über Bad Tölz nach Holzkirchen und von Holzkirchen nach München 27 km auf eigenem Gestänge 60 km auf Bahngestänge	M. 546 600
c) Abänderung der Schwachstromeinrichtungen	» 203 400
Summa II:	M. 3 190 000

III. Transformatorenstationen

in Holzkirchen und München	M. 210 000

Zusammenstellung.

I. Fahrbetriebsmittel	M. 2 765 000
II. Streckenausrüstung	» 3 190 000
III. Transformatorenstationen	210 000
	M. 6 165 000

Vergleichung der Zugbeförderungskosten.

1. Verkehrsleistungen.

	Zug-km	t-km
Sommerfahrplan 1906	472 940	87 273 800
Winterfahrplan 1906/07	537 736	99 858 700
Jahresleistung	1 010 676	187 132 500

2. Arbeitsbedarf des elektrischen Betriebes.

Beförderung, Beleuchtung, Heizung der Züge, etc.	8 307 000 KW.St.
mittlerer Leitungsverlust	833 100 »
im Elektrizitätswerk	9 140 000 KW.St.

3. Übersicht über die Kosten der Zugbeförderung

	Dampfbetrieb	bei elektrischem Betrieb (ohne elektrische Arbeit)
Besitzgl. Lokomotivpersonals	M. 207 910	M. 113 125
Kosten der Betriebsmaterialien	» 419 410	» 5 765
Unterhaltung der Lokomotiven	» 103 570	» 138 250
Laufende Instandhaltung der Lokomotiven	» 31 340	» 22 500
Erneuerungsrücklagen für die Lokomotiven	» 40 070	» 66 360
Verzinsung der Lokomotiven	» 66 770	» 110 600
Erneuerung, Instandhaltung und Verzinsung der elektr. Streckenausrüstung	» —	» 195 470
zusammen	M. 869 070	M. 652 070

Abgleichung:

Kosten des Dampfbetriebes	M. 869 070
Kosten des elektrischen Betriebes ohne die Kosten der elektrischen Arbeit	» 652 070
Restbetrag verfügbar für die Kosten der elektrischen Arbeit	» 217 000

$$1 \text{ KW.St. dürfte demnach im Werke } \frac{217\,000\,000}{9\,140\,000} = 2{,}38 \text{ Pf.}$$

kosten, wenn der elektrische Betrieb nicht teurer sein soll als der Dampfbetrieb.

(Schluß folgt.)

Das Uppenbornkraftwerk.

Nach den Angaben und im Auftrag von **S. Meyer**, weiland zweiter Direktor der Münchener städtischen Elektrizitätswerke, bearbeitet von **H. Niesz**. — Der wasserbautechnische Teil behandelt von Herrn Regierungsbaumeister **K. Dantscher**.

(Fortsetzung.)

Das Kraftwerk.

Die Projektierung des hydraulischen Teiles des Kraftwerkes wurde nicht nur durch wasserbautechnische Gesichtspunkte, sondern auch indirekt durch den elektrischen Teil der Anlage beeinflußt.

Wie im folgenden noch gezeigt wird, erwies sich als zweckmäßig die Ausführung der vorläufig projektierten drei Wasserkraftmaschinen als Doppelzwillings-Francisturbinen mit liegender Welle von je 1887 PS Leistung, sowie einer kleinen Zwillingsturbine von 224 PS Leistung.

In der Richtung des Wasserlaufes schließt sich naturgemäß an das Turbinenhaus das Dynamohaus. Beide haben für die gegebenen Verhältnisse feste Dimensionen.

Breite und Länge des Kraftwerkes waren somit festgelegt, und Aufgabe des Bauingenieurs war es, Floßgasse, Leerschuß, Fischpaß und Überreich hierzu passend anzuordnen und für den Bau konstruktiv durchzuführen.

Fig. 381 bis 384 geben die Anordnung in ihrer Gesamtheit.

Etwa 200 m vor dem Werk erweitert sich der Kanal nach rechts allmählich auf 53 m Sohlenbreite; die linke Kanalseite geht wegen der Floßfahrt gerade durch. Die Floßgasse (Fig. 385) ist vorgezogen, um ein Übereich anzubringen. An ihrem unteren Teil ist ein Schwimmfloß angebracht, dessen Aufgabe es ist, Beschädigungen des Hinterbodens durch auffahrende Flösse zu vermeiden.

Fischpaß und Leerschuß liegen zwischen Floßgasse und Dynamohaus.

Der Fischpaß (Fig. 385) ist nach derselben Art gebaut, wie der am Wehr.

Der Leerschuß (Fig. 385) besitzt drei Stufen und ist mit Holz versehalt. Er ist durch das Blitzschutzhaus überbaut.

Vor und hinter dem Hause sind Betonböden, sowie je zwei Querspundwände eingebracht, um Grundwasseradern in dem Kiesboden abzuschneiden und Kolkungen hintanzuhalten.

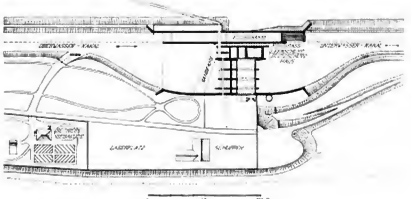


Fig. 381. Lageplan des Werkes.

Die für die Wasserhaltung während der Bauausführung notwendige Pumpenanlage kam rechts dahin zu stehen, wo der spätere Brunnen für das Haus seinen Platz erhalten sollte. Vorgesehen waren für Wasserhaltungszwecke 4 Lokomobilen mit zusammen 105 PS und Zentrifugalpumpen mit 300, 250 und 150 mm lichter Rohrweite. Nachdem in der Baugrube oben bereits der Trockenbagger abgeräumt hatte, sollte den übrigen Teil ein eigens montierter Schwimmbagger herausnehmen. Bald zeigte sich jedoch, als harter Kies kam, daß der Bagger trotz vorgenommener Sprengungen diesen nicht mehr förderte. Nach einer Reihe mißglückter Versuche, dem harten Material unter Wasser beizukommen, entschloß man sich, die Baugrube abzusperren, auszupumpen und den Baugrubenaushub von Hand zu fördern. Das harte Material gewährte nunmehr den Vorteil, daß am Fundament gespart werden konnte. Die Entwässerung der Baugrube wurde dem Projekt entsprechend in die Zwischenmauern verlegt und hier die Schächte für die spätere Absperrung der Drainagen hochgeführt. Zwei von oben einbrechende Quellen waren schwierig zu fassen, es konnte jedoch schließlich die eine zum Pumpenschacht geführt und hernach abgeschlossen, die andere in eigener Leitung unter der Sohle der kleinen Turbine, die höher liegt, geführt werden; sie speist jetzt den Hausbrunnen. Beim Betonieren wurde zuerst das Fundament eingebracht, dann die Verschalungen für die Betonsaugrohre aufgesetzt und ausbetoniert. Von jetzt an schied sich im weiteren Ausbau Turbinenraum und Dynamoraum. Im Turbinenraum wurden die Verschalungen für die Gänge und Turbinenkammern aufgestellt. Zu gleicher Zeit wurden die untere Vorsohle und die Fundamente der Ufermauern eingebracht und allmählich Leerschuß, Fischpaß und Floßgasse nach oben gebaut.

Vor dem Rechen und parallel mit demselben befindet sich im Betonboden eine breite Rinne, der Sandfang, der vor dem Leerschuß ausmündet.

Der Rechen, der im Grundriß mit der Wasserrichtung einen Winkel von 72° bildet, ist gegen den Kanal geneigt und aus 65 Rechenfeldern zusammengesetzt, die aus Flacheisen 55 × 6 mm bestehen und durch eine eigene Konstruktion getragen werden. Die lichte Weite zwischen den Stäben beträgt 25 mm.

Zwischen Rechen und Schützen ist über die ganze Einlaufbreite einer Turbinengruppe im Rechenpodium ein 3800 mm breiter Schütz vorgesehen, der zwecks Messungen der Wassermengen durch Ermittlung der Wassergeschwindigkeiten leicht abzudecken ist.

Der gewaltigen Wasserführung entsprechend weisen die Turbineneinlaß- und die Leerschützen bemerkenswerte Dimensionen auf. Die Einlaßschützen jeder Turbine sind bei 3500 mm Tafelhöhe und 7400 mm gesamter Breite in drei gleiche Felder eingeteilt. Das Triebwerk jedoch der drei zusammengehörigen Tafeln ist gekuppelt, so daß alle drei gleichzeitig gehoben werden. Leerschützen sind zwei vorhanden, jede mit 4540 mm gesamter Tafelhöhe und 4000 mm lichter Weite. Die Tafeln sind horizontal geteilt, so daß die obere sowohl zum Einlaß gesenkt als auch aufgezogen werden kann. Den Abschluß zur 8 m breiten Floßgasse bildet eine 0,5 m hohe Schütze, die gesenkt wird. Die Einlaß- und Leerschützen werden durch Gleichstrommotoren bewegt, welche durch Reibrädergetriebe mit den Schützenwinden gekuppelt sind. Ferner hat jede Schütze ausrückbaren Handantrieb, der aber nur bei einem Versagen der elektrischen Einrichtung in Anwendung kommen soll. Zur Bedienung der Schützen befindet sich 1,650 m über dem Rechenpodium ein Steg aus Eisenbeton.

Die Vorkammern und Turbinenkammern sind durch 1100 mm starke Pfeiler getrennt. Wie aus Fig. 387 zu ersehen ist, sind die Turbinenkammern durch eine Eisenbetondecke überbaut, mit Öffnungen, die durch einen Bohlenbelag abgedeckt sind. Die Kanten und Wände der Kammern sind abgerundet und ermöglichen einen bequemen, wirbelfreien Zulauf des Wassers in die Turbinen. Die Turbinenkammern können durch je ein Ablaßventil in das Saugrohr entleert werden, wodurch auch der Wasserspiegel im Saugrohr bis auf den Unterwasserspiegel sinkt.

Fig. 382. Kraftwerk von rechts gesehen.

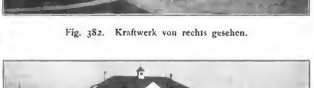


Fig. 383. Kraftwerk vom Oberwasserkanal aus gesehen.

Fig. 384. Kraftwerk vom Unterwasserkanal aus gesehen.

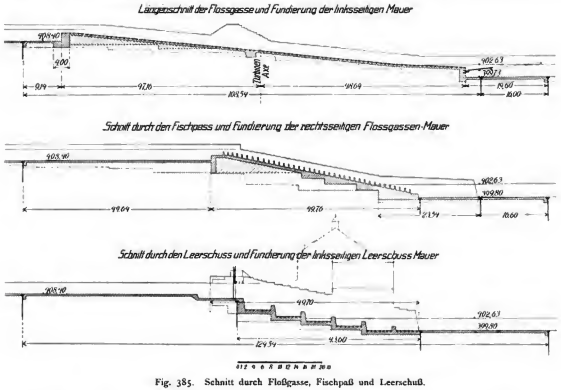


Fig. 385. Schnitt durch Floßgasse, Fischpaß und Leerschuß.

Nachdem die Zahl von drei Maschinensätzen am geeignetesten war, mußte eine jede Turbine für eine Wassermenge von 22 cbm bei 7,9 m Gefälle dimensioniert werden, was einer Leistung von 1887 PS entspricht. Die Drehzahl wurde mit Rücksicht auf den Generator und die gegebene Periodenzahl auf 150 pro Min. festgelegt.

Um diese Drehzahl bei der großen Wassermenge und dem kleinen Gefälle ohne Verschlechterung des Wirkungsgrades zu erzielen, mußte man das Wasser auf vier, auf gemeinschaftlicher Welle montierte Laufräder verteilen, was nur durch liegende Anordnung der Welle möglich war. Die Hochwasserstände im Untergraben erlaubten es, die Generatoren über dem höchsten Unterwasserspiegel aufzustellen, ohne dabei auf unzulässige Verhältnisse, betreffend Druck- und Sauggefälle, zu gelangen. Die liegende Anordnung hat außerdem den Vorteil der günstigen Verteilung der umlaufenden Massen auf mehrere Lager, sowie der vollkommenen Zugänglichkeit aller Turbinen-Teile ohne Auspumpen der Turbinenkammern.

Die Leitapparate der Turbinen sind von den Turbinenkammern aus bequem zugänglich und können leicht auseinander genommen werden, ohne daß die Lager der Turbinenwelle gelöst werden müssen. Jedes Leitrad besteht aus 20 Finkschen Drehschaufeln, nach der besonderen Voithschen Konstruktion; die Schaufelhöhe beträgt 450 mm, die größte Öffnung 90 mm. (Siehe Fig. 386 u. 387.)

Fig. 386. Ansicht der Turbinen.

Die Laufräder von der Schnelläufertype haben (bei 1 m Gefälle und 1 cbm Wassermenge) eine spezifische Tourenzahl von 245, einen Spaltdurchmesser von 1100 mm und besitzen 15 eingegossene Schaufeln aus 7 mm starkem Stahlblech.

Aus den Laufrädern gelangt das Wasser in die gußeisernen Ablaufdoppelkrümmer, an welche die Laufräder paarweise angeschlossen sind.

Der Abfluß des Wassers geschieht durch je 2 betonierte Saugröhren, durch welche das Wasser allmählich verzögert und in die Richtung des Unterwasserkanals übergeführt wird.

Um für die Generatorenlager solide Fundamente zu erhalten, sind in den Ablaufkanälen Mittelpfeiler eingebaut.

Die Turbinenwellen, welche durch feste Flanschenkupplungen mit den Generatorwellen verbunden sind, liegen 3,490 m über dem normalen Unterwasserspiegel. Sie bestehen aus je 2 Teilen und laufen in je 4 Ringschmierlagern, die alle außerhalb des Wassers liegen, derart, daß die beiden Mittellager und die Endlager durch tunnelartige Gänge aus Beton vom Maschinenhaus aus während des Betriebes zugänglich sind.

Die Regulierung der Turbinen erfolgt in folgender Weise: Die vier Leitapparate einer Turbine werden durch eine gemeinschaftliche Regulierwelle, welche über dem Turbinenmittel parallel mit der Turbinenwelle angeordnet ist, gleichzeitig bewegt. Die Welle durchdringt die vordere Abschlußmauer und steht mittels Hebels und Zugstange in direkter Verbindung mit dem Servomotor des Regulators. Letzterer befindet sich im Dynamoraum. Er vereinigt in einem Gestelle Tachometer, Servomotor mit Regulierventil, Rückführung und eine leicht ein- und ausrückbare Handregulierung. Ferner ist am Regulator der zum Parallelbetrieb erforderliche kleine Elektromotor angebracht, welcher vom Schaltpult aus betätigt wird und durch Verstellung der Steuerung des Servomotors die Drehzahl beeinflußt, auf welche der Regulator die Turbine reguliert. — Von jeder Turbine wird eine kleine schnellaufende Oldruckpumpe angetrieben, welche die zum Betrieb der Regulatoren erforderliche Druckflüssigkeit, Öl von 20 Atm., erzeugt.

Jede Pumpe ist auf einem Ölbehälter montiert und besitzt ferner einen reichlich bemessenen Druckwindkessel. Gemeinschaftliche Ölleitungen verbinden alle Regulatoren und Pumpen, so daß letztere sich gegenseitig unterstützen. Diese Anordnung erlaubt, die eine dieser Pumpen aus-

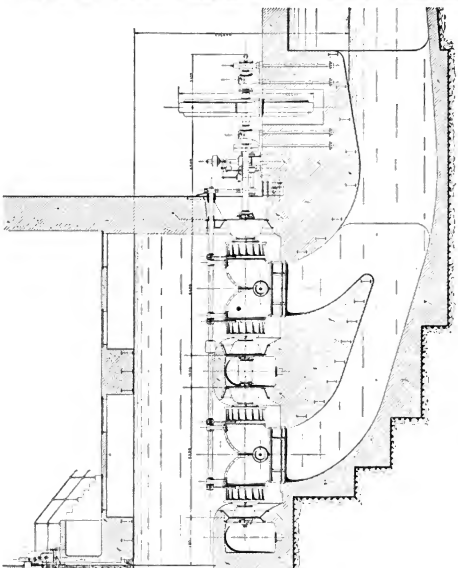


Fig. 387. Die Turbinenanlage.

zuschalten, ohne daß dadurch die Betriebssicherheit leidet. Tachometer und Olpumpe werden durch Riemen von der Turbinenwelle angetrieben und zwar ist die feste Flanschenkupplung der Turbinen- und Generatorwelle als Riemenscheibe ausgebildet. Die Rückführung, die durch eine Ölbremse gegen Überregulierung gesichert ist, wird von der Steuerstange abgeleitet.

(Fortsetzung folgt.)

Kleine Nachrichten.

Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft.

Der elektrische Kraftbetrieb der Gutehoffnungshütte. (Schluß.) In der Abteilung Eisenhütte sind einige größere Motoren mit Leistungen zwischen 100 und 200 PS eingebaut, die zum Pumpen-, Kompressor- oder Ventilatorantrieb dienen. Die beiden Walzwerke Oberhausen und Neuoberhausen besitzen ein paar Walzenzugsmotoren für unmittelbar 3000 Volt Spannung von 1000 und 1200 PS Leistung, die außerdem mit Schwungmassen gekuppelt ständig umlaufende Walzen antreiben für Stabwalze, Feinblechwalze; im übrigen bieten die Motoren für die verschiedenen Werkzeugmaschinen keine wesentlichen Abweichungen von den üblichen Konstruktionen für 50 Perioden und Niederspannung von 190 Volt. Niedrige Spannung nimmt man in diesen Werkstätten gern wegen der geringeren Gefahr und kann sie auch ganz gut anwenden, weil meist eine größere Anzahl Motoren dicht beieinander liegen, also kleine Leitungsverluste auftreten, und für den betr. Bezirk ein größerer Krafttransformator die nötige Energie ohne große Verluste von Hoch- auf Niederspannung umzuformen vermag.

Dagegen ist für die Bergwerksmotoren der verschiedenen Zechen meist eine höhere Spannung von 500 bis 3000 Volt gewählt, weil diese weiter voneinander entfernt liegen und bei niedrigeren Spannungen zu große Leitungsverluste eintreten würden. Unter den Bergbaumotoren ist ein stärkerer von 700 PS für unterirdische Wasserhaltung aufgestellt (Fig. 389), sonst sind Motoren von 10—100 PS im Gebrauch.

Tabelle V. Motoren des Walzwerkes Oberhausen.

	Motor	Leistung	Spannung in Volt	Umdr. pro Min.	Verwendungszweck
1.	1 Dr.-M. . .	40 PS	190	960	gr. Hub }
2.	1 »	30 »	190	960	Fahr } 20 t-Kran
3.	1 »	10 »	190	960	Katze }
4.	1 »	20 »	190	960	kl. Hub }
5.	1 »	30 PS	190	960	gr. Hub }
6.	1 »	30 »	190	960	Fahr } 12 t-Kran
7.	1 »	10 »	190	960	Katze }
8.	1 »	20 »	190	960	kl. Hub }
9.	1 »	30 »	190	960	kl. Hub }
10.	1 »	30 »	190	960	Fahr } 12 t-Kran
11.	1 »	10 »	190	960	Katze }
12.	1 »	40 »	190	960	gr. Hub }
13.	1 »	30 PS	190	960	kl. Hub } 20 t-Kran
14.	1 »	10 »	190	960	Fahr }
15.	1 »	30 »	190	960	Katze }
16.	1 »	16 »	190	960	Hub }
17.	1 »	5,0 »	190	960	Katze } 5 t-Kran
18.	1 »	48 »	190	960	Fahr }
19.	1 »	25 »	190	960	Hub }
20.	1 »	5 »	190	960	Katze } 15 t-Kran
21.	1 »	60 »	190	960	Fahr }
22.	1 »	30 »	190	960	} 50 t-Kran
23.	1 »	15 »	190	960	}
24.	1 »	45 »	190	960	Hub }
25.	1 »	30 »	190	960	Fahr } 20 t-Kran
26.	1 »	10 »	190	960	Katze }
27.	1 »	35 »	190	960	Blechschere
28.	1 Dr. M. . .	80 PS	190	720	Blechschere
29.	1 »	80 »	190	720	»
30.	1 »	80 »	190	720	»
31.	1 »	55 »	190	960	»
32.	1 »	2,5 »	190	720	Ventilator
33.	1 »	3,5 »	190	1440	»
34.	1 »	15 »	190	720	Spindelantrieb
35.	1 »	15 »	190	720	»
36.	1 »	15 »	190	720	»
37.	1 »	5 »	190	960	Riebtmaschine
38.	1 »	15 »	190	960	»
39.	1 »	5 »	190	960	»
40.	1 »	4 »	190	1440	Frässmaschine
41.	1 »	1,5 »	190	1440	»
42.	1 »	5 »	190	1440	»
43.	1 »	1,5 »	190	1440	»
44.	1 »	5 »	190	1440	Bohrbank
45.	1 »	10 »	190	960	Hobelbank
46.	1 »	11 »	190	960	Rundschneidebank
47.	1 »	11 »	190	960	»
48.	1 »	5 »	190	1440	Biegemaschine
49.	1 »	3 »	190	1440	Bohrmaschine
50.	1 »	25 »	190	960	Haspel
51.	1 »	1/8 »	190	1440	Bohrmaschine
52.	1 »	1/8 »	190	1440	»
53.	1 »	10 »	190	960	Hobelbank
54.	1 »	60 »	190	720	Pumpe
55.	1 »	60 »	190	720	»
56.	1 »	5 »	190	960	Blechwagen
57.	1 »	5 »	190	960	»
58.	1 »	3 »	190	960	Drehbank
59.	1 »	10 »	190	960	»
60.	1 »	5 »	190	960	»
61.	1 »	5 »	190	960	Kaltsäge
62.	1 »	3 »	190	960	Frässmaschine
63.	1 »	3 »	190	960	»
64.	1 »	1 »	190	1420	»
65.	1 »	20 »	190	960	Pumpe
66.	1 »	30 »	190	960	»
67.	1 »	5 »	190	960	Drehbank
68.	1 »	23 »	190	960	»
69.	1 »	35 »	190	960	Pumpe
70.	1 »	25 »	190	960	Ascheaufzug
71.	1 »	40 »	190	960	Pumpe
72.	1 »	5 »	190	960	Rundschere
73.	1 »	5 »	190	960	Riebtmaschine
74.	1 »	5 »	190	960	»
75.	1 »	5 »	190	960	»
76.	1 »	10 »	190	1420	»
77.	1 »	10 »	190	1420	»
78.	1 »	20 »	190	720	Hub }
79.	1 »	5 »	190	960	Fahr } 15 t Bockkran
80.	1 »	5 »	190	960	Katze }
81.	1 »	30 »	190	960	Schraubenversetllmaschine
82.	1 »	3 »	190	960	Ventilator
83.	1 »	3 »	190	960	Haspel
84.	1 »	5 »	190	960	Transportwagen
85.	1 »	5 »	190	960	»
86.	1 »	5 »	190	960	»
87.	1 »	3 »	190	1440	Hobelbank
88.	1 »	3 »	190	1440	»
89.	1 »	4 »	190	1440	Ventilator
90.	1 »	10 »	190	960	Rollgang Universal
91.	1 »	10 »	190	960	» »
92.	1 »	30 »	190	960	Schleppzug
93.	1 »	30 »	190	960	Warmsäge
94.	1 »	30 »	190	960	»
95.	1 »	30 »	190	960	»
96.	1 »	30 »	190	960	»
97.	1 »	35 »	190	960	Rollgang
98.	1 »	35 »	190	960	»
99.	1 »	35 »	190	960	»
100.	1 »	35 »	190	960	»
101.	1 »	35 »	190	960	Schleppzug
102.	1 »	35 »	190	960	»
103.	1 »	30 »	190	960	Rollgang
104.	1 »	30 »	190	960	»
105.	1 »	30 »	190	960	»
106.	1 »	30 »	190	960	Riebtmaschine
107.	1 »	25 »	190	960	»
108.	1 »	20 »	190	960	Schere
109.	1 »	15 »	190	960	»

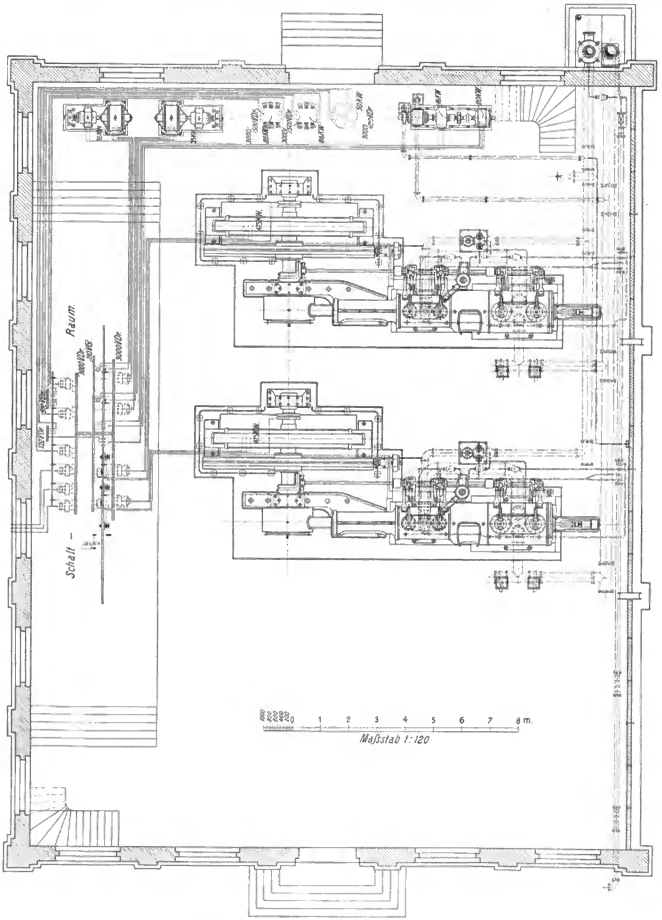


Fig. 388. Grundriß des Kraftwerkes auf Zeche Sterkrade.

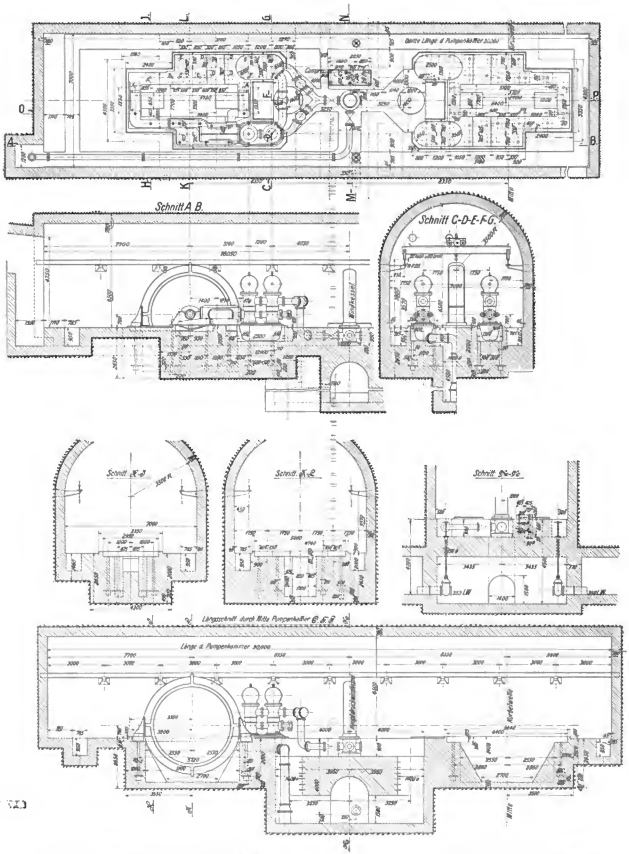


Fig. 389. Fundamentplan der unterirdischen Wasserhaltung mit elektrischem Antriebe auf Zeche Hugo der Guttehoffnungshütte. (Leistung 5 cbm pro Sek. auf 482,5 m Widerstandshöhe bei 95 Umdr., Plungerdurchmesser 217 mm, Hub 400 mm.)

	Motor	Leistung	Spannung in Volt	Umdr. pro Min.	Verwendungszweck
110.	1 Dr.-M.	15 PS	190	960	Scheere
111.	1 »	15 »	190	960	»
112.	1 »	30 »	190	960	Warmsäge
113.	1 »	30 »	190	960	»
114.	1 »	30 »	190	960	»
115.	1 »	30 »	190	960	Richtmaschine
116.	1 »	30 »	190	960	»
117.	1 »	30 »	190	960	»
118.	1 »	5 »	190	960	»
119.	1 »	36 »	190	960	Hub
120.	1 »	26 »	190	960	Fahr } 5 t-Kran
121.	1 »	3.5 »	190	1440	Katze
122.	1 »	40 »	190	960	Hub
123.	1 »	5 »	190	960	Katze } 5 t-Laufkran
124.	1 »	30 »	190	960	Fahr
125.	1 »	36 »	190	960	Hub
126.	1 »	26 »	190	960	Fahr } 5 t-Laufkran
127.	1 »	3.6 »	190	1440	Katze
128.	1 »	60 »	190	960	gr. Hub
129.	1 »	40 »	190	960	kl. Hub } 25 t-Walzen-
130.	1 »	30 »	190	960	Fahr } kran
131.	1 »	10 »	190	960	Katze
132.	1 »	30 »	190	960	Fahr
133.	1 »	34 »	190	960	Hub } 5 t-Laufkran
134.	1 »	6 »	190	960	Katze
135.	1 »	40 »	190	960	Hub
136.	1 »	30 »	190	960	Fahr } 5 t-Laufkran
137.	1 »	5 »	190	960	Katze
138.	1 »	80 »	190	595	Richtmaschine
139.	1 »	5 »	190	960	»
140.	1 »	5 »	190	960	»
141.	1 »	10 »	190	960	»
142.	1 »	30 »	190	960	»
143.	1 »	23 »	190	960	»
144.	1 »	2 »	190	1440	Haspel
145.	1 »	2 »	190	1440	»
146.	1 »	15 »	190	960	Kaltsäge
147.	1 »	20 »	190	960	»
148.	1 »	40 »	190	960	Rollgang
149.	1 »	1 »	190	1440	Ventilator
150.	1 »	15 »	190	1440	Haspel
151.	1 »	25 »	190	960	Drücker
152.	1 »	1 »	190	1440	Rollgang
153.	1 »	1 »	190	1440	»
154.	1 »	1 »	190	1440	»
155.	1 »	10 »	190	960	Schere
156.	1 »	3 »	190	1440	Haspel
157.	1 »	3 »	190	1440	»
158.	1 »	35 »	190	960	Pumpe
159.	1 »	20 »	190	960	Schere
160.	1 »	20 »	190	960	»
161.	1 »	1200 »	3000	163	Feinbleehwalze
162.	1 »	1000 »	3000	150	Stabwalze
163.	1 GL.-N.-M.	10 »	800	620	Werkzeugmaschinen
164.	1 »	10 »	800	620	»
165.	1 »	34 »	800	620	»
166.	1 Dr.-GL.-U.	38 KW	3000/110	960	
167.	1 »	38 »	3000/110	720	Für Beleuchtung
168.	1 GL.-GL.-U.	38 »	850/110	960	

Es sind ferner installiert: ca. 140 Bogenlampen } ca. 100 KW.
ca. 800 Glühlampen }

Tabelle VII. Motoren der Abteilung Sterkrade.

	Motor	Leistung	Spannung in Volt	Umdr. pro Min.	Verwendungszweck
1.	1 GI.-N.-M.	20 PS	220	820	Div. Drehbänke, Bohr-
2	1 »	20 »	220	820	maschinen etc
3.	1 »	3 »	220	1000	Fahrbare Bohrmaschine
4.	1 GI.-R.-M.	13 »	220	750	15 t-Laufkran
5.	1 »	13 »	220	770	30 t-Laufkran
6.	1 »	29 »	220	740	40 t-Laufkran
7.	1 »	9.5 »	220	855	15 t-Kran
8.	1 GL.-N.-M.	1 »	220	1200	Für verschiedene Zwecke
9.	1 »	20 »	220	820	Gruppenantrieb: div. Dreh-
10.	1 »	20 »	220	830	bänke, Bohrmaschinen,
11.	1 »	40 »	220	390	Hobelmaschinen etc.
12.	1 »	40 »	220	600	
13	1 »	3.5 »	220	1120	2 Velozipedkrane

	Motor	Leistung	Spannung in Volt	Umdr. pro Min.	Verwendungszweck
14.	1 GI.-N. M.	3.5 PS	220	1130	2 Velozipedkrane
15.	1 »	20 »	220	970	Gruppenantrieb: Dreh-
16.	1 »	20 »	220	775	bänke, Bohrmaschinen,
17.	1 »	20 »	220	820	Hobelmaschinen usw.
18.	1 »	40 »	220	720	
19.	1 »	7 »	220	1060	Für versch. Zwecke, transp.
20.	1 »	19 »	220	820	Gruppenantrieb: Dreh-
21.	1 »	20 »	220	820	bänke, Bohrmaschinen
22.	1 »	20 »	220	820	usw.
23.	1 »	20 »	220	995	
24.	1 »	12.5 »	220	770	Antrieb von gr. Drehbank
25.	1 GI.-R.-M.	4.5 »	220	1000	Tübingkran
26.	1 »	12.5 »	220	770	30 t-Kran
27.	1 »	12.5 »	220	770	»
28.	1 »	12.5 »	220	770	»
29.	1 »	12.5 »	220	770	»
30.	1 »	9.5 »	220	880	15 t-Kran
31.	1 »	9.5 »	220	860	»
32.	1 GL.-D.-M.	16 »	220	1800	Antrieb einer Planbank
33.	1 GL.-R.-M.	12.5 »	220	780	30 t-Hofkran
34.	1 »	24 »	220	370	
35.	1 »	12.5 »	220	770	»
36.	1 »	18 »	220	400	»
37.	1 »	17 »	220	600	Antrieb einer Spille
38.	1 GL.-N.-M.	67 »	220	650	Div. Drehbänke usw.
39.	1 »	60 »	220	700	» » »
40.	1 »	1 »	220	1310	Für div. Zwecke, transp.
41.	1 »	19 »	220	325/940	Gr. Drehbank
42	1 »	19 »	220	325/940	» »
43.	1 »	13 »	220	600	
44.	1 »	21 »	220	600	
45.	1 »	21 »	220	600	Gruppenantrieb: div. Dreh-
46.	1 »	21 »	220	600	bänke, Hobelmaschinen,
47.	1 »	38 »	220	600	Stoßmaschinen etc.
48.	1 »	13 »	220	600	
49.	1 »	13 »	220	600	
50.	1 GL.-R.-M.	13 »	220	700	30 t-Kran
51.	1 »	8 »	220	1090	Katze } 30 t-Kran
52.	1 »	30 »	220	700	Hub }
53.	1 »	20 »	220	700	Fahrt
54.	1 »	9,50	220	1100	20 t-Kran
55.	1 »	13 »	220	760	30 t-Kran
56.	1 GL.-N.-M.	7 »	220	1060	Gruppenantrieb: div. Ma-
57.	1 »	5 »	220	1230	schinen
58.	1 »	30 »	220	740	
59.	1 »	1,5 »	220	1160	Div. Zwecke, transp.
60.	1 »	12 »	220	750	Kaltsäge
61.	1 »	12 »	220	750	»
62.	1 »	1 »	220	1200	div. Zwecke, transp.
63.	1 »	110 »	220	330	div. Zwecke
64.	1 »	7 »	220	1060	verschiedene Maschinen
65.	1 »	1 »	220	1750	Gebläse
66.	1 »	8 »	220	600	gr. Drehbank
67.	1 »	1 »	220	1310	transp., versch. Zwecke
68.	1 »	1 »	220	1700	Fräsnotor
69.	1 »	20 »	220	600	div. Drehbänke usw.
70.	1 »	20 »	220	600	» » »
71.	1 GL.-R. M.	12 »	220	750	10 t-Kran
72.	1 »	12 »	220	750	»
73.	1 »	12 »	220	770	20 t-Kran
74.	1 GI.-N.-M.	3 »	220	1400	versch. Zwecke, transp.
75.	1 »	9,5 »	220	860	Schreinerei
76.	1 »	30 »	220	860	Sägewerk
77.	1 »	12 »	220	770	div. Werkzeugmaschinen
78.	1 »	20 »	220	830	» »
79.	1 »	7 »	220	1060	Kaltsäge
80.	1 »	7 »	220	1150	Längsgang } 10 t-Kran
81.	1 »	13 »	220	770	Katze
82.	1 »	7 »	220	1060	10 t-Kran
83.	1 »	75 »	220	450	Umformer für elektr.
84.	1 GI.-N.-D.	42 KW	65—90	450	Schweißen
85.	1 GI.-N.-M.	12 PS	220	1070	Kugelmühlen. Hammerwerk
86.	1 »	20 »	220	755	Gebläse
87.	1 GL.-R.-M.	8 »	220	700	Schrottaufzug
88.	1 GL.-N.-M.	12 »	220	770	Aschenaufzug
89.	1 »	13 »	220	600	Gebläse
90.	1 »	2 »	220	1400	Pumpe
91.	1 »	11 »	220	970	Kaltsäge
92.	1 »	16 »	220	920	Heißhaufgebläse
93.	1 »	7,5 »	220	1070	Schwenkkran
94.	1 »	13 »	220	720	20 t-Hockkran
95.	1 »	5 »	220	935	Kaltsäge

	Motor	Leistung	Spannung in Volt	Umdr. pro Min.	Verwendungsweck
96.	1 Gl.-N.-M.	1 PS	220	1250	Zerreißmaschine
97.	1 »	7,5 »	220	945	Schwenkkran
98.	1 Gl.-R.-M.	16 »	220	970	Längsgang } 20 t-
99.	1 »	9,5 »	220	1100	Katze und Hub } Laufkran
100.	1 »	16 »	220	970	Längsgang } 20 t-
101.	1 »	9,5 »	220	1100	Katze und Hub } Laufkran
102.	1 »	4 »	220	630	»
103.	1 »	24 »	220	500	} 80 t-Laufkran
104.	1 »	65 »	220	360	
105.	1 »	20 »	220	730	»
106.	1 »	50 »	220	365	
107.	1 »	20 »	220	730	30 t-Kran
108.	1 »	12,5 »	220	770	20 t-Kran
109.	1 »	12,5 »	220	770	Katze und Hub } 20 t-
110.	1 »	21,5 »	220	1350	Längsgang } Kran
111.	1 Gl.-N.-M.	12 »	220	910	Ventilator
112.	1 »	2 »	220	2280	Gebläse für Formtrocknung
113.	1 »	2 »	220	2280	» »
114.	1 Gl.-R.-M.	16 »	220	970	Längsgang } 20 t-Kran
115.	1 »	9,5 »	220	1100	Katze und Hub
116.	1 »	21 »	220	670	Längsgang }
117.	1 »	21 »	220	670	Hub } 30 t-Kran
118.	1 »	8 »	220	700	Katze
119.	1 »	21 »	220	670	Längsgang }
120.	1 »	21 »	220	670	Hub } 30 t-Kran
121.	1 »	8 »	220	700	Katze
122.	1 Gl.-N.-M.	9,5 »	220	880	Kokillenfräsbank
123.	1 Gl.-R.-M.	9 »	220	400	Kettenbahn
124.	1 »	9 »	220	400	»
125.	1 »	20 »	220	750	15 t-Kran
126.	1 »	20 »	220	780	»
127.	1 »	20 »	220	760	»
128.	1 »	20 »	220	760	»
129.	1 »	20 »	220	760	»
130.	1 »	16 »	220	700	Hub }
131.	1 »	16 »	220	700	Längsgang } 20 t-Kran
132.	1 »	6,5 »	220	400	Katze
133.	1 »	16 PS	220	700	Hub }
134.	1 »	16 »	220	700	Längsgang } 20 t-Kran
135.	1 »	6,5 »	220	400	Katze
136.	1 »	20 »	220	780	40 t-Kran
137.	1 »	16 »	220	700	Hub }
138.	1 »	16 »	220	700	Längsgang } 20 t-Kran
139.	1 »	6,5 »	220	400	Katze
140.	1 »	20 »	220	780	40 t-Kran
141.	1 »	20 »	220	785	»
142.	1 »	12,5 »	220	955	30 t Kran
143.	1 »	12,5 »	220	770	»
144.	1 Gl.-N.-M.	12,5 »	220	770	div. Werkzeugmaschinen
145.	1 »	2 »	220	1370	div. Zwecke
146.	1 »	30 »	220	700	Ölwergebläse
147.	1 »	20 »	220	830	»
148.	1 »	54 »	220	565	»
149.	1 »	30 »	220	690	»
150.	1 »	4,5 »	220	1300	Ventilator
151.	1 »	20 »	220	780	} Gemeinsam auf 1 Transmission div. Maschinen
152.	1 »	20 »	220	770	
153.	1 »	20 »	220	880	2 Sandmühlen
154.	1 Gl.-R.-M.	12,5 »	220	770	30 t-Laufkran
155.	1 Gl.-N.-M.	20 »	220	880	Fallwerk
156.	1 »	12,5 »	220	960	20 t-Blockkran
157.	1 »	1,5 »	220	1300	Heißluftgebläse
158.	1 »	1,5 »	220	1300	»
159.	1 »	3 »	220	1300	»
160.	1 »	1,5 »	220	1300	»
161.	1 »	1,5 »	220	1300	»
162.	1 »	1,5 »	220	1300	»
163.	1 »	3 »	220	1300	»
164.	1 »	1,5 »	220	1300	»
165.	1 »	1,5 »	220	1300	»
166.	1 »	12,5 »	220	720	Modellschreinerei
167.	1 »	12,5 »	220	740	»
168.	1 »	35 »	220	700	div. Werkzeugmaschinen
169.	1 »	9 »	220	960	»
170.	1 »	9 »	220	960	kl Walze
171.	1 »	12,5 »	220	770	Richtmaschinen
172.	1 »	46 »	220	640	gr. Walze
173.	1 »	12,5 »	220	770	Richtmaschinen
174.	1 »	12,5 »	220	770	»
175.	1 »	3 »	220	1300	Stanze
176.	1 »	20 »	220	785	div. Maschinen
177.	1 »	20 »	220	760	» »

	Motor	Leistung	Spannung in Volt	Umdr. pro Min.	Verwendungsweck
178.	1 Gl.-N.-M.	2,5 PS	220	1570	Reserve
179.	1 »	3 »	220	1300	»
180.	1 »	2 »	220	1400	Aufreibmaschine
181.	1 »	2 »	220	1400	»
182.	1 »	9 »	220	960	div. Bohrmaschinen etc.
183.	1 »	12,5 »	220	730	» » »
184.	1 »	12,5 »	220	730	» » »
185.	1 »	12,5 »	220	730	» » »
186.	1 »	9 »	220	960	»
187.	1 »	12,5 »	220	730	» » »
188.	1 »	12,5 »	220	770	» » »
189.	1 »	9 »	220	960	Schleifsteine
190.	1 »	12,5 »	220	735	div. Bohrmaschinen usw.
191.	1 »	9 »	220	735	» » »
192.	1 »	9 »	220	735	Schleifsteine
193.	1 »	2,4 »	220	1400	Bohrmaschine
194.	1 »	2,4 »	220	1420	»
195.	1 »	14 »	220	1400	transp. Bohrmaschine
196.	1 »	15 »	220	840	gr. Stanze
197.	1 »	140 »	1000 Dr	590	Kompressor
198.	1 Gl.-R.-M.	24 »	220 Gl.	590	Hub } 10 t-
199.	1 »	10 »	220	1100	Längsgang } Laufkran
200.	1 »	3 »	220	420	Katze
201.	1 Gl.-N.-M.	5 »	220	400	Fräsbank
202.	1 Gl.-R.-M.	20 »	220	790	10 t-Laufkran
203.	1 Gl.-N.-M.	16 »	220	750	Richtmaschine
204.	1 »	16 »	220	750	div. Bohrmaschinen
205.	1 »	30 »	220	650	» »
206.	1 »	20 »	220	700	» »
207.	1 »	20 »	220	700	Ventilator
208.	1 »	40 »	220	600	Luftkompressor
209.	1 »	18 »	220	1300	Ventilator (Schmiede)
210.	1 »	25 »	220	1450	Gebläse
211.	1 »	12 »	220	750	» für Koksöfen
212.	1 »	20 »	220	780	» n. Schleifsteine
213.	1 »	16,5 »	220	760	Generatorgebläse
214.	1 »	1,5 »	220	1350	Reserve
215.	1 »	5 »	220	1200	Zentrifugalpumpe
216.	1 Gl.-R.-M.	35 »	220	450	Längsgang }
217.	1 »	47 »	220	275	Hub } 60 t-Kran
218.	1 »	8 »	220	700	Drehvorr. } im Preßwerk
219.	1 »	16 »	220	700	Katze
220.	1 »	24 »	220	370	Längsgang }
221.	1 »	24 »	220	370	Hub } 30 t-Kran
222.	1 »	8 »	220	700	Drehvorr. } im Preßwerk
223.	1 »	8 »	220	700	Katze

Es sind ferner installiert: ca. 2500 Glühlampen = ca. 130 KW, ca. 330 Bogenlampen = 130 KW.

Die nutzbar abgegebenen Kilowattstunden betragen im Jahre ca. 5 000 000 KW-St. für Licht- und Kraftzwecke.

Tabelle IX. Motoren der Abteilung Bergbau.

	Motor	Leistung	Spannung in Volt	Umdr. pro Min.	Verwendungsweck
I.	Zeche Sterkrade				
1.	1 Dr.-M.	90 PS	3000	730	Antrieb der Wäsche
2.	1 »	85 »	3000	580	Pumpe
3.	1 »	50 »	500	950	»
4.	1 »	9 »	500	950	Steineaufzug
5.	1 »	10 »	500	720	Schlammaufzug
6.	1 »	25 »	500	720	Leseband
7.	1 »	15 »	500	1440	Schlammpumpe
8.	1 »	12 »	500	960	Spill
9.	1 »	15 »	500	965	Haldenkran
10.	1 »	50 »	500	575	Schlosserei
11.	1 »	10 »	500	955	Schmiedehammer
12.	1 »	3,5 »	500	1400	Schmiedeventilator
13.	1 »	15 »	500	955	Kreissäge
14.	1 »	7,5 »	500	950	Bandsäge
15.	1 »	15 »	500	955	Kreissäge
16.	1 »	20 »	500	480	Luftpumpe
17.	1 »	40 »	500	580	Zentrifugalpumpe
II.	Zeche Hugo.				
1.	1 Dr.-M.	15 PS	500	582	Separation
2.	1 »	12 »	500	970	Schlosserei
3.	1 »	12 »	500	950	Aufzug
4.	1 »	15 »	500	955	Kreissäge

Motor	Leistung	Spannung in Volt	Umdr. pro Min.	Verwendungszweck
5. 1 »	10 »	500	1500	Bandsäge
6. 1 »	3,5 »	500	1400	Ventilator (Schmiede)
7. 1 »	710 »	3000	91	unterird. Wasserhaltung
8. 1 »	10 »	120	930	Kompressor unter Tage
9. 1 Tr. f. Kraft u. Licht u. Tage	30 KW	3000/120	—	für Kompressor und Licht
III. Zeche Osterfeld.				
1. 1 Dr.-M. . .	53 PS	3000	730	Seilbahn unter Tage
2. 1 »	53 »	3000	730	» » »
3. 1 »	10 »	500	960	Kangierwinde
4. 1 »	10 »	500	960	Seilbahn über Tage
IV. Zeche Vondern.				
1. 1 Dr.-M. . .	100 PS	3000	480	Entwässerung
2. 1 »	40 »	3000	575	Wäsche
3. 1 »	40 »	3000	575	Siebtrommel
4. 1 »	100 »	3000	490	Pumpe
5. 1 »	30 »	500	975	Schlammpumpe
6. 1 »	20 »	500	720	Becherwerk
7. 1 »	10 »	500	960	Aufzug
8. 1 »	40 »	3000	575	Separation
9. 1 »	15 »	500	960	Schreinerei
10. 1 »	20 »	500	720	Schmiede
11. 1 »	15 »	500	1440	Klärpumpe
12. 1 »	9,5 »	500	960	Spill
13. 1 »	40 »	3000	575	Nußschleuder
14. 1 »	0,5 »	115	1415	Lampenreinigungsmaschine
V. Zeche Oberhausen.				
1. 1 Dr.-M. . .	665 »	3000	1450	Turbopumpe unter Tage
2. 1 »	7 »	500	1430	Zubringepumpe unter Tage
VI. Hafen Walsum.				
1. 1 Tr. m. Ölkühlg.	1000 KW	10000/525	—	für Kraftzwecke
2. 1 » » »	15 »	10000/220	—	» Lichtzwecke
3. 1 » » »	30 »	10000/220	—	» »
4. 1 » » »	275 »	10000/525	—	Reserve
5. 1 » » »	40 »	10000/420 und 120	—	» u. für Zeche Hugo
6. 1 Dr.-M. . .	60 PS	500	583	Hub
7. 1 »	10 »	500	962	Schwenk } fahrbarer 10 t-
8. 1 »	30 »	500	723	Fahr } Drehkran
9. 1 »	0,5 »	500	—	Brems
10. 1 »	60 »	500	583	Hub
11. 1 »	10 »	500	962	Schwenk } fahrbarer 15 t-
12. 1 »	30 »	500	723	Fahr } Drehkran
13. 1 »	0,5 »	500	—	Brems
14. 1 »	60 »	500	583	Hub
15. 1 »	10 »	500	962	Schwenk } fahrbarer 15 t-
16. 1 »	30 »	500	723	Fahr } Drehkran
17. 1 »	0,5 »	500	—	Brems
18. 1 »	60 »	500	583	Hub
19. 1 »	10 »	500	962	Schwenk } fahrbarer 15 t-
20. 1 »	30 »	500	723	Fahr } Drehkran
21. 1 »	0,5 »	500	—	Brems
22. 1 »	60 »	500	583	Hub
23. 1 »	10 »	500	962	Schwenk } fahrbarer 15 t-
24. 1 »	30 »	500	723	Fahr } Drehkran
25. 1 »	0,5 »	500	—	Brems
26. 1 »	60 »	500	583	Hub
27. 1 »	10 »	500	962	Schwenk } fahrbarer 15 t-
28. 1 »	30 »	500	723	Fahr } Drehkran
29. 1 »	0,5 »	500	—	Brems
30. 1 »	60 »	500	583	Hub
31. 1 »	10 »	500	962	Schwenk } fahrbarer 15 t-
32. 1 »	30 »	500	723	Fahr } Drehkran
33. 1 »	0,5 »	500	—	Brems
34. 1 »	68 »	500	723	Brückenkran
35. 1 »	68 »	500	723	»
36. 1 »	60 »	500	583	Hub
37. 1 »	10 »	500	962	} fahrbarer 10 t-Drehkran
38. 1 »	20 »	500	723	} auf Brücke I
39. 1 »	2,5 »	500	—	
40. 1 »	60 »	500	583	Hub
41. 1 »	10 »	500	962	} desgl. auf Brücke II
42. 1 »	30 »	500	723	
43. 1 »	2,5 »	500	—	

Es sind ferner installiert: ca. 3000 Glühlampen, ca. 130 Bogenlampen } 270 KW.

Allgemeines.

Einen neuen **Glühlampenprüfapparat** bringt die Spezialfabrik elektrischer Meßinstrumente Robert Abrahamson, Charlottenburg, auf den Markt, welcher außer seiner Handlichkeit noch eine ganze Anzahl anderer Vorzüge besitzt (Fig. 390). Der Apparat ist sowohl für Gleich- als auch für Wechselstrom zu verwenden und kann zu diesem Zwecke die Skala mit zwei separaten Eichungen für Gleich- und Wechselstrom versehen werden.

Fig. 390.

Der wichtigste Vorzug dieses Lampenprüfers ist, daß mit ein und demselben Apparat Lampen mit den verschiedensten Gewinden geprüft werden können. Die unten am Apparat befindliche Federsteckfassung ist mittels Bajonettverschlusses abnehmbar und kann durch solche, welche für Normal-Edison — Klein-Edison und Zwerggewinde (Taschenlampen) passend sind, mittels eines einfachen Griffes gegeneinander ausgewechselt werden. Die Federfassung besitzt noch den großen Vorzug, daß die zu prüfenden Lampen nicht in dieselbe hineingeschraubt, sondern nur gesteckt zu werden brauchen, um in den Stromkreis geschaltet zu werden. Hierdurch wird sehr viel Zeit erspart und die Arbeit des Lampenprüfens ganz erheblich erleichtert. Der Anschluß geschieht beliebig von jeder Fassung oder Dose mittels Steckkontaktes, welcher völlig verdeckt im Sockel des Instrumentes eingebaut ist.

Neue Bücher.

Adrefsbuch 1908 sämtlicher Eisenbahnen, Strafsenbahnen und Dampfschiff-Ges. Europas. III. Jahrgang. Dresden A. 27, Verlag von Hermann Kramer. Preis geb. M. 5.

Das Buch ist für den praktischen Gebrauch übersichtlich nach dem neuesten Material zusammengestellt. Der Teil I enthält Staats- und Privateisenbahnen, Kleinbahnen, Drahtseil-, Schwebe- und Zahnradbahnen, Straßenbahnen; der Teil II, welcher die Adressen der Eisenbahnen, Straßenbahnen und Dampfschiff-Ges. sämtlicher Länder Europas enthält, ist vollständig neu angegliedert; Teil III schließt sich als ein reichhaltiges Bezugsquellenregister an.

Herausgegeben von Professor Dr. Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; L. C. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. ROSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **23. Juni 1908.** **Heft 18.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postanstalten oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 20 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 65 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36-maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition betr. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Über die Einführung des elektrischen Betriebes auf den Bayerischen Staatseisenbahnen. Von Prof. Dr.-Ing. W. Reichel. (Fortsetzung.) S. 349.

Das Uppeohornkraftwerk. Von H. Nieszn. Regierungsbaumeister K. Dantscher. (Fortsetzung.) S. 356.

Sollen die städtischen Betriebe, wie Straßenbahnen, Wasser-, Gas- und Elektrizitätswerke, die kameralistische oder die kaufmännische Buchführung verwenden? Von Oberingenieur A. Schulte. S. 359.

Kleine Nachrichten. S. 364. Allgemeines; Lokomotivbau. Telephon.

Aus den Geschäftsberichten. S. 364. Auszug aus dem Rechnungsabschluß der Ungarischen Elektrizitäts-Akt.-Ges. für das Geschäftsjahr 1907.

Neue Bücher. S. 365. — Zeitschriftenschau. S. 365.

Über die Einführung des elektrischen Betriebes auf den Bayerischen Staatseisenbahnen.

Von Prof. Dr.-Ing. W. Reichel. (Fortsetzung.)

II. Absichten, betreffend die technische Ausführung.

Hinsichtlich der technischen Ausführung hat das bayerische Verkehrsministerium vorläufige Pläne gefaßt und Bestimmungen getroffen, die im »Anhang« niedergelegt sind und die auch der Aufstellung der Kostenanschläge etc. zugrunde liegen. Über diese technischen Ausführungen sei kurz folgendes berichtet.

Grundlagen für die elektrische Ausrüstung der Hauptbahnen.

1. Fahrbetriebsmittel.

Hinsichtlich der Bauart der Lokomotiven besteht größere Bewegungsfreiheit als bei der Fahrdrahtanlage, nur müssen die Lokomotiven der Spannung und der Polwechselzahl der Fahrdrahtanlage angepaßt werden.

Die verschiedenen Bauarten elektrischer Lokomotiven lassen sich nach der Art des Maschinenteiles unterscheiden, welcher die Motorleistung auf die Triebräder zu übertragen hat.

Der Zahnradantrieb gestattet die Einführung einer einheitlichen Motorgröße für Güterzug- und Personenzuglokomotiven sowie für Triebwagen unter Verwendung verschiedener Zahnradsätze. Bestimmte Grenzen für die Verwendbarkeit des Zahnradantriebes sind durch die höchste für Zahnräder zulässige Umfangsgeschwindigkeit und dadurch die Leistung der Motoren bis zu 300 bis 350 PS gegeben.

Wegen der höheren Umdrehungszahl wird die Bauart leichter und billiger als für unmittelbaren Antrieb. Die Aufhängung des Motors erfolgt in der bekannten Weise mit Tatzenlagern.

Der unmittelbare Antrieb wird mehr für Schnellzugslokomotiven in Einheiten bis 1000 PS bei 400 Umdrehungen in Betracht kommen; denn für Schnellzugslokomotiven liegt die Umdrehungszahl der Triebräder zwischen Grenzen, welche auch eine günstige Ausführung des Motors zulassen. Für die Ausführung des Antriebes bestehen dann zwei Möglichkeiten:

a) Antrieb durch Motoren, die unmittelbar um die Triebachsen gelagert werden (Achsmotoren),

b) Antrieb durch Motoren, die neben die Triebachse gelagert werden und diese durch Kuppelstangen antreiben.

Die Ausbildung der äußeren Form der Lokomotiven wird in der Hauptsache durch zwei Forderungen beeinflußt: dem Führer unbehinderten Ausblick nach bei Verschiebebewegungen zu ermöglichen und die Stirn- und Seitenflächen so zu gestalten, daß sie einen möglichst geringen Luftwiderstand bieten und einen bequemen Übergang von der Lokomotive zum Wagenzug gestatten.

Auf dem Dach der Lokomotive müssen zwei in Bügelform ausgeführte Stromabnehmer untergebracht werden, die mit einer mechanischen Steuerung vom Führerstand aus auf- und niedergelegt werden können.

Das Aus- und Einschalten der Motoren und das Regeln der Fahrgeschwindigkeit erfolgt durch besondere elektrische Einzelanteile, welche vom Führer mit einer kleinen, leicht beweglichen Schaltwalze gesteuert werden. Außerdem umfaßt die Lokomotivausrüstung noch die Transformatoren, einzelne elektrische Sicherheitseinrichtungen und Meßinstrumente, ferner die Einrichtungen für den Betrieb und die Handhabung der Westinghousebremse, Sandstreu- und Signalvorrichtungen, Vorrichtungen für Beleuchtung und Beheizung der Züge und anderes Zubehör.

2. Fahrdrahtanlage.

Die Fahrdrahtanlage kann für Wechselstrom nach der Darstellung in Fig. 378, Heft 17, ausgeführt werden. Lötungen und die damit verbundenen Nachteile werden grundsätzlich vermieden. Der Fahrdraht wird als Profildraht mit Klammern an einem Hilfsdraht und dieser wieder an einem Stahldrahtseil aufgehängt. Vermöge dieser Aufhängung kann der Fahrdraht allen Temperaturschwankungen ungehindert nachgehen und behält immer eine gute Lage auch in den Weichen, so daß diese unbedenklich mit großer Geschwindigkeit befahren werden können. Der Querschnitt des Fahrdrahtes wird wegen der Beanspruchungen auf Hauptbahnen nicht unter 100 qmm zu wählen sein, seine Höhe über L. O. nicht unter 5,5 m.

Mit der Fahrdrahtspannung wird man nicht bis an die Grenze der Isolationsmöglichkeit gehen, da im Eisenbahnbetriebe hohe Sicher-

heit unerläßlich ist. Bei einer Spannung von 10 000 Volt läßt sich eine zweifach gegen Erde gut isolierte Leitung auch an Tunneldecken herstellen und erhält man noch mäßige Stromstärken, die von den Bügeln betriebssicher abgenommen werden können.

3. Polwechselzahl.

Von Wichtigkeit ist die Festsetzung der Polwechselzahl, da sie alle Teile der Anlage beeinflußt.

Die Zahl von 50 Polwechseln in der Sekunde (= 25 Perioden) wird die höchste sein, die für Bahnbetrieb in Frage kommen kann. Vielfach wird, namentlich in den Vereinigten Staaten, eine geringere Polwechselzahl von 32 pro Sek. angewendet, die auch bei den Ausführungen mit Drehstrom für die oberitalienischen Bahnen und für den Simplontunnel Anwendung gefunden hat.

Eine geringe Polwechselzahl ist von günstigem Einfluß auf den Motor, auf den Spannungsabfall sowie den Arbeitsverlust in den Leitungen, insbesondere auch auf die Verluste in den eisernen Schienenrückleitungen.

Dagegen werden Abmessungen und Anlagekosten für Dynamomaschinen und Transformatoren bei geringer Polwechselzahl größer als bei hoher Polwechselzahl. Auf die Bauart der Kraftmaschinen der Elektrizitätswerke übt die Polwechselzahl nur dann einen ungünstigen Einfluß, wenn diese Maschinen eine hohe Umdrehungszahl verlangen, wie beispielsweise die Dampfturbinen.

Für die unmittelbare Beleuchtung der Züge mit dem Strom der Bahnleitungen wäre eine möglichst große Polwechselzahl erwünscht, kommt aber nur für Züge in Frage, welche ihre Zusammenstellung nicht ändern. In allen anderen Fällen wird es vorzuziehen sein, auf Gleichstrom umzuformen und elektrische Akkumulatoren zu Hilfe zu nehmen, so daß die Belenchtung vom Strom der Fahrdrahtleitung und damit von der Polwechselzahl unabhängig ist.

Das Gleiche gilt für die Stationsbeleuchtung.

Der Möglichkeit, Strom an Dritte abzugeben, kann zunächst ein Einfluß auf die Wahl der Polwechselzahl nicht eingeräumt werden. Für viele Betriebe wird die kleine Polwechselzahl überhaupt nicht passend sein. Es wird daher in allen Fällen, in denen diese Sinmart für andere Betriebe nicht geeignet ist, eine Umformung stattfinden müssen.

Daher ist die Wahl der Polwecb-zahl lediglich in Rücksicht auf Fahrbetriebsmittel und Leitungsanlage zu treffen.

4. Fernübertragung.

Für die Fernleitungen muß meist eine größere Spannung angewendet werden. Sollen sich Kupfergewicht und Verluste in wirtschaftlichen Grenzen bewegen, so muß möglichst hohe Spannung gewählt werden.

Soll z. B. eine Leistung von 10 000 KW = 13 500 PS vom kraftigen Walchensewerk nach Passing, also auf 75 km übertragen werden, so wird unter der Voraussetzung, daß hiervon 10% als Arbeitsverlust in der Fernübertragungsleitung verbraucht werden und der Leistungsfaktor 0,8 beträgt, ein Kupferaufwand von 1040—260—115 oder 65 t erforderlich, je nachdem die Spannung im Kraftwerk 25 000—50 000—75 000 oder 100 000 Volt beträgt.

Mit der Höhe der Spannung wachsen die Schwierigkeiten für die Isolierung und für den Schutz vor Überspannungen, dementsprechend auch die Anlagekosten. Mit Rücksicht hierauf kann die Spannung also nicht beliebig hoch gewählt werden. Zurzeit sind in Europa elektrische Kraftübertragungen mit Spannungen bis 50 000 Volt in Betrieb. Obwohl angenommen werden kann, daß mit dieser Spannung die obere Grenze noch nicht erreicht ist, da in Amerika bereits höhere Spannungen angewendet werden, so soll doch vorerst an einer Spannung von 50 000 Volt festgehalten werden. Daher müßten zum wenigsten im nördlichen Gebiet noch andere Kraftquellen verhanden sein, auf die sich der Betrieb stützen könnte

Für die Fernübertragungsleitungen kommen nach dem heutigen Stand der Technik nur Freileitungen in Frage. Als Befestigungspunkte für dieselben bieten sich entlang der Bahnstrecke die Maste dar, welche zum Tragen der Fahrdrähte dienen.

Da für die Fahrdrahtmaste in der Geraden große Spannweiten von etwa 75 bis 100 m gewählt werden müssen, können die Speiseleitungen einen bestimmten Sicherheitsquerschnitt nicht unterschreiten. Aber auch die Kosten für Verlegung und Hochspannungsisolatoren sprechen dafür, den Querschnitt so groß zu nehmen, daß das aufgewendete Kapital möglichst ausgenutzt wird.

Im Zusammenhang mit den Speiseleitungen muß nochmals die Frage der um 25% günstigeren Fernübertragung mit Drehstrom im Gegensatz zur Wechselstromübertragung behandelt werden. Es ist zwar möglich, mit einfachem Transformatoren in einer Scottschen-Schaltung aus Drehstrom zwei in den Plan um 90° gegeneinander verschobene einphatige Ströme zu erhalten, aber die Fahrdrähte müssen dann voneinander getrennt bleiben und die Anlage erleidet dadurch eine wesentliche Einbuße an der für den Hauptbahnbetrieb unbedingt erforderlichen Einfachheit und Übersichtlichkeit. Der Vorsprung im Kupfergewicht geht indessen auch teilweise dadurch verloren, daß bei Drehstrom drei Leitungen zu verlegen und Isolatoren für drei Leitungen zu beschaffen sind, deren Kosten bei Hochspannung besonders ins Gewicht fallen.

5. Überspannungsschutz.

Bei den zurzeit gebräuchlichen Spannungen werden als Mittel zum Schutze vor atmosphärischen Entladungen sowie vor Überspannungen die Stufendrosselspulen in Verbindung mit Blitzableitern, Wasserstrahlerdungen und sorgfältig geerdete Schutzleitungen oberhalb der Freileitungen verwendet.

6. Schwachstromanlagen.

Es werden nicht unbedeutende Aufwendungen zur Erreichung eines störungsfreien Betriebes der Schwachstromanlagen zu machen sein, da es fraglich ist, ob beide Leitungsarten als Freileitungen in verhältnismäßig geringem Abstand geführt werden können, oder ob nicht Kabelleitungen anzuordnen sind.

III. Wasserkraftanlagen und Elektrizitätswerke.

Die zum Betriebe der Bahn von Salzburg über Freilassing und Bad Reichenhall nach Berchtesgaden erforderliche elektrische Kraft soll durch Ausnutzung des Gefälles der Saalach oberhalb Reichenhall gewonnen werden, vielleicht unter Zuhilfenahme eines Zuflusses der Saalach.

Die Kosten der Wasserkraftanlage und des Elektrizitätswerkes sind mit M. 1 500 000 veranschlagt.

Voraussichtlich wird sich noch eine wirtschaftlichere Lösung finden lassen. Die Selbstkosten der elektrischen Arbeit für den Bahnbetrieb werden viel geringer, wenn die vorerst für den Bahnbetrieb nicht notwendige Kraft an andere Unternehmungen abgegeben werden kann. Da bereits verschiedene Anfragen wegen Stromlieferung vorliegen, so wird es sich empfehlen, auf die Leistungsfähigkeit des Werkes in dieser Hinsicht besonderes Gewicht zu legen.

Die elektrische Arbeit für den Betrieb der Lokalbahn Garmisch—Griesen nebst der österreichischen Anschlußstrecke Grießen—Reutte—Pfronten-Steinach, später vielleicht auch der anschließenden bayerischen Strecke bis Kempten, soll aus einem bei Leechbruck zu errichtenden Kraftwerk, welches das Gefälle des Lech zwischen Füssen und Lechbruck ausnutzen wird, bezogen werden. Die gesamte Kraftleistung des Hauptwerkes würde 20 000 PS, die eines Nebenwerkes 1300 PS betragen.

Die Kosten für den Ausbau der Lechstufe unter Heranziehung des Bannwaldsees als Aufspeicherungsbecken sind einschließlich des Elektrizitätswerkes auf M. 6 000 000 geschätzt.

Die Kosten für den vollen Ausbau des Walchensees werks, bei dem der Isar Wassermengen bis zu 50 und dem Rißbach bis zu 20 Sekundenkubikmeter entnommen würden und eine Kraftleistung von etwas über 50 000 ständigen Pferdekräften erzielt werden könnte, sind einschließlich des Elektrizitätswerkes auf M. 22 000 000 veranschlagt.

Die Kraft wird in erster Linie für den elektrischen Betrieb der in der Nähe gelegenen Bahnlinien verwendet werden, und zwar bei manchen Linien zur Deckung des ganzen Bedarfes, bei andern Linien, die den gleichbleibenden Teil ihres Strombedarfs aus Niederdruckanlagen ohne Aufspeicherungsbecken beziehen, zur Deckung des Spitzenbedarfes.

Inwieweit entbehrliche Kraft für private Zwecke abgegeben werden kann, muß der weiteren Entwicklung vorbehalten bleiben.

Um eine gute **Schlußübersicht** zu erhalten, die nur das Allernotwendigste in gedrängter Form wiedergibt, sind die Ergebnisse der vom Starkstromreferat angestellten ausführlichen Betrachtungen der Denkschrift in einer Schlußbetrachtung zusammengefaßt, womit die hochinteressante Denkschrift abschließt:

C. Schlufsbetrachtung.

1. Technisch ist die Einführung des elektrischen Hauptbahnbetriebes möglich, und zwar sowohl mit Triebwagen als auch mit schweren Lokomotiven.

2. Der einphasige Wechselstrom ist die Stromart des Hauptbahnbetriebes.

3. Der elektrische Bahnbetrieb bietet unter allen Umständen gewisse Vorteile, nämlich die Erhöhung der Reisegeschwindigkeit und die Beseitigung der Rauchplage.

4. Der für den elektrischen Betrieb der bayerischen Staatsbahnen erforderliche Kraftbedarf kann schon durch einen Teil der vorhandenen Wasserkräfte gedeckt werden.

5. Die Militärverwaltung hat sich damit einverstanden erklärt, daß zunächst auf einigen Linien geringerer militärischer Bedeutung der elektrische Betrieb eingerichtet werde.

6. Der elektrische Betrieb ist gegenüber dem Dampfbetrieb finanziell wettbewerbsfähig wenn

a) die Kosten der elektrischen Arbeit einen gewissen Betrag nicht übersteigen,

b) eine gewisse Dichtigkeit des Verkehrs vorhanden ist.

Die verkehrsreicheren südlichen Linien eignen sich besser als die nördlichen Linien, weil in Südbayern die Kohle teuerer, die elektrische Arbeit billiger ist als in der nördlichen Landeshälfte.

7. Auf den Linien Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden und Garmisch-Partenkirchen usw. wird die Einführung des elektrischen Betriebes schon jetzt finanzielle Vorteile mit sich bringen.

8. Mit der Zeit wird der Wert der Wasserkräfte und die Zahl der ausbauwürdigen Wasserkräfte wachsen und werden auch die finanziellen Vorteile bei anderen Linien erreichbar werden.

9. Es dürften sich daher — abgesehen von den ersten Versuchslinien — zwei Hauptstadien des Vorgehens ergeben:

a) Die Auswahl der Liniengruppen nach Verkehrsstärke und nach Lage zu billigen Wasserkräften wird den Umfang des elektrischen Betriebes vorerst ziemlich bestimmt begrenzen. Die hierfür erforderlichen Wasserkräfte werden alsbald von der Staatseisenbahnverwaltung bezeichnet werden.

b) Bei den übrigen Linien wird der elektrische Betrieb unter Umständen erst in beträchtlich späterer Zeit in Frage kommen. Die im Bereiche dieser Linien befindlichen Wasserkräfte dürften besser für andere Unternehmungen (unter zeitlich begrenzter Konzession, entsprechenden Einlösungsbedingungen) vorerst freizugeben sein.

Dabei wird sich die Staatseisenbahnverwaltung von der Erwägung leiten lassen, daß sie an dem Gedeihen der bayerischen Industrie das lebhafteste Interesse hat. (Schluß folgt.)

Das Uppenbornkraftwerk.

Nach den Angaben und im Auftrag von **S. Meyer**, weiland zweiter Direktor der Münchener städtischen Elektrizitätswerke, bearbeitet von **H. Nieaz**. — Der wasserbautechnische Teil behandelt von Herrn Regierungsbauneister **K. Dantscher**. (Fortsetzung.[1])

Die elektrische Anlage.

Der Dynamoraum ist eine 31,50 m lange, 7,90 m breite mit Kabitz gewölbte 11,60 m hohe Halle, die vier

Fig. 391. Innenansicht des Kraftwerkes.

Generatoren und einen Motorgenerator enthält. (Fig. 391 und 392.)

In der den Turbinen gegenüber befindlichen Wand sind drei große Bögen ausgespart, die mittels ihrer Eisenbetonkonstruktion den 16 t betragenden Druck des Krans aufnehmen.

Durch die liegende Anordnung der Turbinenwelle kam der Maschinenhausfußboden 6,39 m unter dem nun aufgefüllten Terrain zu liegen. Rechts ist ein Anbau, der Dynamoschacht, durch den die Maschinen ein- und ausgebracht werden können. Außer dem kleineren Maschinensatz, auf den noch zurückgekommen wird, sind drei Drehstromgeneratoren vorhanden, Innenpoltype, Drehzahl 150, Sternschaltung 5000 Volt, 1400 KVA bei $\cos \varphi \sim 1$, Periodenzahl = 50. (Fig. 393.)

Die Welle aus Siemens-Martinsstahl hat 320 mm Durchmesser und 5500 mm Länge. Sie läuft in einen kegeligen Stumpf aus, der fliegend den Anker der für jeden Drehstromgenerator vorgesehenen Erregerdynamo trägt.

Auf der Welle sitzt das aus zweiteiliges Schwungrad ausgebildete Magnetrad, welches durch zwei Tangentialkeile befestigt ist. Die beiden Hälften sind durch Schrauben und Schrumpfringe miteinander verbunden. Das Rad hat zwei Armsysteme mit je 8 Armen elliptischen Querschnitts.

Rotor. Das Magnetrad trägt 40 Pole von kreisrundem Querschnitt, welche aus massivem Schmiedeeisen hergestellt sind und angeschmiedete Polschuhe besitzen. In diesen befinden sich drei breite Ausschnitte, die gegen das Auftreten von Wirbelströmen mit lamellierten Blechen ausgekleidet sind.

Die Pole sind durch eine kräftige, radial stehende Schraube, welche durch ein Blech gegen Lösen gesichert ist, befestigt; durch einen Prisonstift wird eine Verdrehung verhindert. Die Magnetspulen bestehen aus hochkant gewickeltem Flachkupfer.

Stator. Das aktive Ankereisen, bestehend aus drei Blechpaketen, welche durch Ventilationsschlitze getrennt sind, wird durch Stahlbolzen zwischen einem festen und einem abnehmbaren Flansch des Stators zusammengepreßt. Die Nuten sind offen und rechteckig und durch Holzkeile abgeschlossen.

Das gußeiserne Gehäuse ist in der horizontalen Ebene halbiert, die Hälften durch Schrauben und Keilbolzen verbunden. — Der rechteckige Querschnitt des Gehäuses besitzt ein hohes Trägheitsmoment, so daß die Durchbiegung des Stators gering ist.

[1]) Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen vorenthalten.

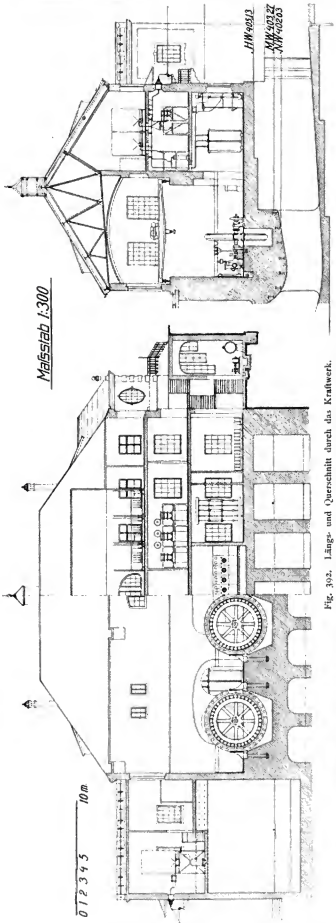


Fig. 392. Längs- und Querschnitt durch das Kraftwerk.

Die Ventilationslöcher sind nicht an der äußeren Fläche, sondern an den Stirnflächen eingegossen.

Das Gehäuse bildet seitlich zwei Schutzringe, welche die Stirnverbindungen der Hochspannungswicklung vor mechanischen Beschädigungen schützen.

Die Gehäusefüße sind mit dem Gehäuse verschraubt und verkeilt; nach Wegnahme der Füße kann das Gehäuse um die Achse gedreht werden, was ein Nachsehen der unteren Spulen erleichtert.

Zwischen Gehäusefuß und Fundamentbalken sind 3 Unterlegbleche eingelegt, um ein mit der Zeit durch Auslaufen der Lager auftretendes Sinken des Wellenmittels nachholen zu können.

Die Erregermaschine leistet bei 110 Volt Klemmenspannung 17,5 KW und hat Compoundwicklung, ihre eigene Nebenschlußerregung ist nicht regulierbar. Das Magnetgestell steht dicht neben dem Lager auf einer Konsole, die mit dem Lagerfuß zusammengegossen ist.

Die Fundamentbalken, welche zur Unterstützung des Gehäuses dienen, sind kräftig gehalten, und vollständig in das Fundament eingelassen, mit dem sie durch starke Fundamentanker verbunden sind.

Um die Schächte, in welchen der untere Teil der Generatoren sich befindet, vollständig trocken zu halten, sind dieselben mit abgedichteten Blechkästen verkleidet. Der Anschluß des Kabels, das den Generator mit der Schaltanlage verbindet, befindet sich deshalb auch nicht an dem unteren Teil des Stators, sondern auf 2 m Höhe über dem Maschinenhausfußboden. Von da ist das Kabel im Inneren einer gußeisernen Säule hinuntergeführt und bis zur Schaltanlage in abdeckbaren Kanälen verlegt, die sich im Maschinenhausfußboden befinden.

Wie aus dem Schaltungsschema der Anlage (Fig. 394) ersichtlich ist, arbeiten die drei Generatoren parallel auf die Sammelschienen; von da gelangt der Strom in die zwei Transformatoren, welche die Betriebsspannung von 5000 auf 50000 Volt transformieren, unter welcher Spannung die elektrische Arbeit nach München übertragen wird.

Für die Ausarbeitung des Schaltungsschemas war der Grundsatz maßgebend, daß sämtliche Schaltmanipulationen auf der 5000 Volt-Seite vorgenommen werden, während auf der 50000 Volt-Seite nur Trennschalter vorhanden sind, deren Betätigung ausschließlich in stromlosem Zustand, jedoch unter Spannung erfolgt.

Die Schaltanlage für 5000 Volt besteht aus einem Schalttisch und einer Schaltwand. Auf dem Schalttisch (Fig. 395), der ausschließlich Meß- und Hilfsströme führt, sind alle Bedienungsapparate konzentriert, so daß der Schalttafelwärter das Anlassen, Erregen, Geschwindigkeitsregulieren, Parallelschalten und Belasten der Generatoren bewirken kann, ohne den Überblick über das Maschinenhaus zu verlieren.

Das Anlassen der Turbine erfolgt vom Schalttisch aus durch Betätigung des Anlassers des Schützenmotors, in dessen Stromkreis ein Maximalausschalter liegt.

Der regulierbare Widerstand im Erregerstromkreise der Generatoren befindet sich dicht neben der Erregermaschine und wird in der Regel durch einen Elektromotor mittelst des auf dem Schalttisch montierten Kippschalters bewegt.

Wie bereits erwähnt, erfolgt die Geschwindigkeitsregelung der Turbine durch Beeinflussung des Regulators mittelst eines Elektromotors, der ebenfalls vom Schalttisch aus betätigt wird.

Der zum Parallelschalten der Generatoren erforderliche Phasenvergleicher ist in bequemer Höhe an der dem Schalttisch gegenüberliegenden Wand angebracht und kann vom Schalttafelwärter gut beobachtet werden.

Das Parallelschalten selbst erfolgt, wie bereits bemerkt, vom Schalttisch aus, indem der Olschalter, der in der Schaltwand aufgestellt ist, durch einen Hilfsstrom betätigt wird.

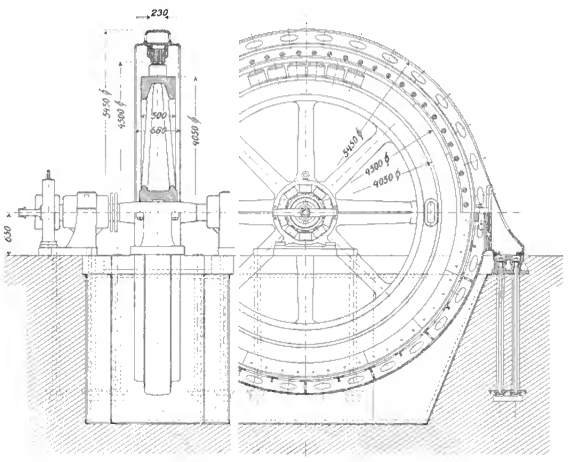
Wie bekannt, erfolgt das Belasten der Drehstromgeneratoren nur durch das Bestreben der Kraftmaschine, schneller zu laufen; dieses wird vom Schalttisch aus mittels des bereits erwähnten kleinen Elektromotors, der auf die Steuerung des Servomotors einwirkt, reguliert.

Zur Kontrolle der vorgenommenen Manipulationen befinden sich noch auf dem Schalttisch für jeden Generator ein elektrisch betätigter Schützenstandzeiger eigener Konstruktion, ein Stromzeiger für Hauptstrom, ein Stromzeiger für Erregung und ein Leistungszeiger.

Außerdem sind auf dem Schalttisch die nötigen Apparate zur Bedienung der Gleichstromanlage, sowie der Anlasser und Maximal-Ausschalter zu den Leerschußschützenmotoren aufgestellt.

Die Schaltwand (Fig. 396 und 397) wurde von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft nach dem Schaltwagensystem ausgeführt. Bei dieser Konstruktion, bei welcher die Sammelschienen mit dem Hauptgerüst fest verbunden sind, werden alle zu einem Felde gehörigen Apparate auf fahrbaren Gestellen montiert und steckkontaktartig mit den Sammelschienen und Anschlußkabeln verbunden. Dieses System ermöglicht die Revision und Reinigung der Apparate durch Herausziehen des betreffenden Wagens, so daß jede Gefahr der Berührung spannungführender Teile ausgeschlossen ist. Im Allgemeinen genügt es, den Wagen nur teilweise herauszuziehen. Sind aber längere Arbeiten vorzunehmen, so wird derselbe auf einen Transportwagen gerollt und ganz aus der Schaltwand herausgenommen.

Jeder Generatorschaltwagen enthält einen Olschalter mit Hand- und elektrischem Antrieb, ein Maximal- und Rückstrom-Relais mit Zeiteinstellung, sowie die 2 dazugehörigen Stromwandler, einen Stromwandler zu dem auf dem Schalttisch aufgestellten Stromzeiger, weiter den zum Synchronisieranzeiger nötigen kleinen Drehstromtransformator, schließlich einen Stromwandler zu dem auf dem Schalttisch befindlichen Leistungszeiger. Die Spannungsspule des Leitungszeigers liegt zwischen der einen Niederspannungsphase des vorher genannten Drehstromtransformators und einem gemeinsamen, mittels dreier in Stern geschalteter Spulen gebildeten, künstlichen Nullpunkt.



Maßstab 1:50

Fig. 393. Drehstromgenerator.

Die lösbare Verbindung für die zahlreichen Meß- und Hilfstromkreise geschieht durch eine Reihe von kleinen Schaltern auf der Vorderseite des Wagens.

Wie aus dem Schaltungsschema (Fig. 394), ersichtlich ist, geschieht die Fortleitung des Stromes der Betriebssicherheit halber auf 2 vollständig getrennten Wegen.

In der Schaltwand befinden sich somit 2 Felder, welche die Verbindung von den Sammelschienen zu den Transformatoren bewerkstelligen.

Jedes Transformatorfeld enthält einen Olschalter mit Maximalstromauslösung, ein Drahtbruchrelais und die da-

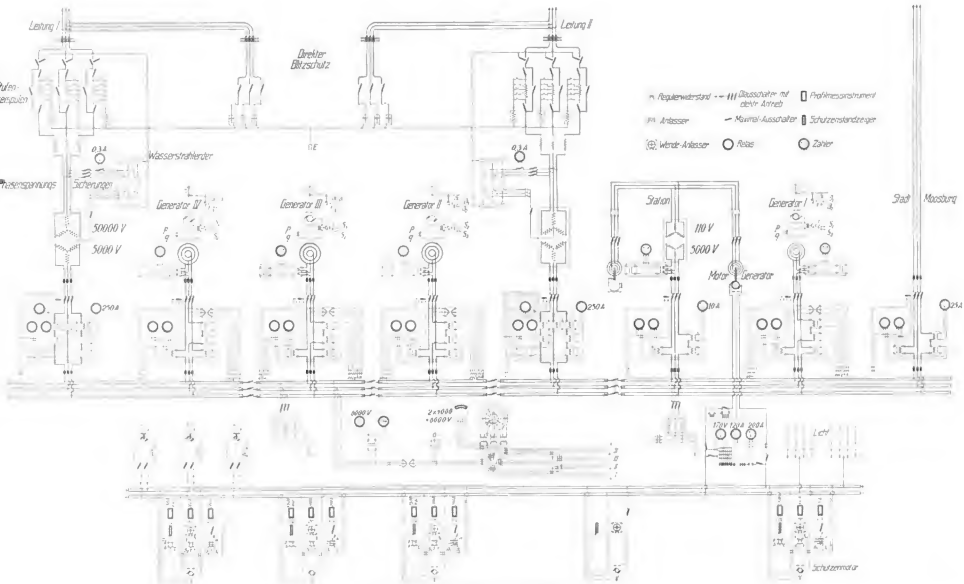


Fig. 304. Schaltungsschema des Kraftwerkes.

zugehörigen drei Strommeßtransformatoren, einen Stromzeiger mit Stromwandler, einen Spannungsmeßtransformator sowie 2 Trockenelemente für das Drahtbruchrelais.

Zum größten Teil sind die Meßinstrumente nach System Ferraris und als Sektorprofil-Instrumente ausgeführt. Die Sammelschienen sind durch Ölschalter in 5 Teile zerlegbar, um einen unabhängigen Betrieb der

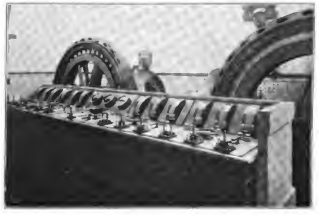


Fig. 395. Schalttisch.

2 Freileitungen zu ermöglichen, was beim Suchen von Fehlern usw. auf einer Leitung besonders wertvoll ist.

Die Transformatoren erhöhen die Betriebsspannung von 5000 Volt auf die 50000 Volt betragende Übertragungs-Spannung. Jeder Transformator besitzt eine Leistung von 2000 KVA bei einer Periodenzahl von 50. Der Wirkungsgrad der Transformatoren beträgt bei induktionsfreier Vollbelastung 98%, der Ohmsche Spannungsverlust 0,95%, die Kurzschlußspannung 3,5%.

Von der Oberspannungswicklung der Transformatoren ist jede Phase mit beiden Wicklungsenden herausgeführt,

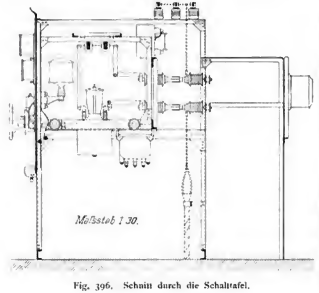


Fig. 396. Schnitt durch die Schalttafel.

so daß eine Umschaltung von der normalen Sternschaltung auf Dreieckschaltung und damit eine Umänderung der Fernleitungsspannung von 50000 in 29000 Volt möglich ist.

Die Transformatoren siehe Fig. 398 sind als Manteltype nach D.R.P. Nr. 93254 von den Siemens-Schuckertwerken ausgeführt. Sie liegen in einem Ölbad, das durch eine kupferne Wasserkühlschlange abgekühlt wird. Der Kühlwasserbedarf beläuft sich etwa auf 1,7 cbm stündlich. Dabei erreicht das Öl in den oberen Schichten bei Voll-

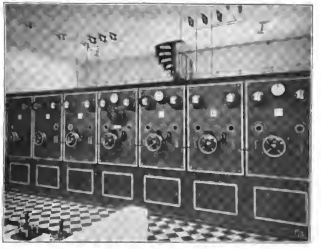


Fig. 397. Schalttafel.

belastung eine Übertemperatur von 35° C über die des zuströmenden Wassers.

Das Transformator-Eisen wird durch Schlitze abgekühlt, durch die das Öl umlaufen kann.

Die Wicklung ist als Scheibenwicklung ausgeführt, mit nur einer Windung pro Lage, so daß zwischen zwei

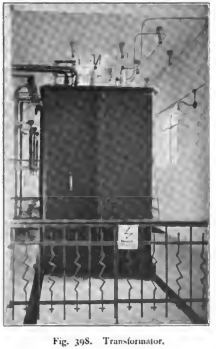


Fig. 398. Transformator.

benachbarten Lagen nur die einer Windung entsprechende Spannung herrscht.

Die Isolierung der einzelnen Spulen voneinander und vom Eisen geschieht durch Preßspahn und Öl. Die Spulen liegen nicht unmittelbar an den sie trennenden Preßspahn-Isolationsschichten, sondern sind zur wirk-

sameren Wärmeableitung von Kanälen umgeben. — Das zur Füllung des schmiedeisernen, glatten Kessels benützte Öl ist ein sorgfältig ausgewähltes Spezialöl, es besitzt hohe isolierende und kühlende Eigenschaften sowie einen hohen Entflammungspunkt. An jedem Kessel ist eine Ölablaßvorrichtung, sowie die nötigen Anschlußstücke für die Wasser-

Fig. 399. Direkter Blitzschutz.

leitung montiert. Das Gewicht des Transformators samt Ölkessel beträgt ca. 10250 kg, das der Ölfüllung ca. 6300 kg.

Die Energie, die in den Transformatoren als Kupfer- und Eisenverluste in Wärme umgewandelt wird, ist nicht als für die Ausnützung der Wasserkraft verloren zu betrachten. Sie wird vielmehr zur Heizung des Werkes verwendet, indem das erwärmte Kühlwasser die Warmwasserheizanlage speist. Die Transformatorenräume stehen mit dem Dynamoraum durch große Öffnungen in Verbindung, so daß für etwaige Reparaturen die Transformatoren in das Maschinenhaus gefahren werden können, um mit Hilfe des Kranes auseinandergenommen zu werden.

Von den Transformatoren ab geht die Leitung durch die später beschriebenen Blitzschutzapparate, um sich außerhalb der Einführungen an die Freileitung anzuschließen.

Fig. 400. Funkenstreckenraum.

Die gefährlichen Spannungen, vor welchen die Anlage zu schützen war, sind dreierlei Natur:

Direkte Blitzschläge, sowie solche plötzliche Rückschläge, welche durch momentanen Bruch des elektrostatischen Gleichgewichtes der Umgebung verursacht werden und blitzartige Erscheinungen mit sich ziehen.

Statisch eintretende, sich langsam und weniger heftig entwickelnde Überspannungen; sie entstehen bei allen Verschiebungen in der atmosphärischen Elektrizität, auch bei reinstem Himmel, ausserdem bei starkem Winde, durch Reibung der Luft und des Staubes an den Leitungsdrähten, sowie bei Schneefall und Schneesturm.

Endlich plötzliche Überspannungen, welche infolge äußerer oder innerer Vorgänge entstehen, durch Resonanz-

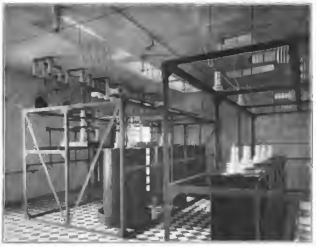


Fig. 401. Drosselspulenraum.

erscheinungen zwischen der Selbstinduktion der Transformatoren, sowie der Generatoren und der großen Kapazität der Freileitung.

Der für die getroffene Schaltung der Schutzvorrich-

Fig. 402. Wasserstrahlerder.

tungen grundlegende Gedanke beruht im wesentlichen darauf, daß den atmosphärischen Entladungen der Zugang zu den Transformatoren durch einen geeigneten Widerstand erschwert wird, während ihnen ein bequemer Weg zur Erde geboten wird.

Den Widerstand, der in der Leitung zu den Transformatoren einzuschalten war, bilden die Drosselspulen. Ihre in der Elektrotechnik wohl allgemein anerkannte

Schutzwirkung liegt in ihrem großem induktiven Wechselstromwiderstand. Dieser wächst mit der Periodenzahl der hindurchfließenden Ströme. Da die atmosphärischen Entladungen über Funkenstrecken rasch oszillatorisch sind, so wird dieser induktive Widerstand für solche Ströme sehr hoch, so daß der Weg des kleinsten Widerstandes nunmehr derjenige über die Funkenstrecken ist.

Den ersten Weg zur Erde, den die ankommenden Entladungen finden, bildet der sog. direkte Blitzschutz. (Fig. 399.) Von jedem Leitungsdraht zweigt eine Leitung ab nach 150 mm weit eingestellten Hörnerfunkenstrecken, in deren Erdleitung ein großer Wasserwiderstand eingeschaltet ist, welcher den Schwingungsvorgang im Lichtbogen dämpft.

Dann ist die Leitung an die durch 4 hintereinandergeschaltete Drosselspulen gebildete Stufendrosselspule angeschlossen (siehe Fig. 401); unmittelbar vor der ersten Drosselspule ist eine Hörnerfunkenstrecke abgezweigt, auch vor der zweiten, dritten und vierten.

Aus dieser Stufendrosselspule geht der weitere Weg bis zum Transformator durch eine sog. Generatordrosselspule. Auch vor dieser Drosselspule ist eine Hörnerfunkenstrecke abgezweigt.

Sämtliche zu den Drosselspulen einer Phase gehörigen Hörnerfunkenstrecken sind 55 mm weit eingestellt.(Fig. 400). Sie haben eine gemeinsame Erdleitung. In derselben ist zur Dämpfung des nacheilenden Maschinenstromes ein in Öl eingebetteter Widerstand eingeschaltet.

Die letzte Abzweigung vor dem Transformator führt zum Wasserstrahlerder (Fig. 402). Seine Aufgabe ist, die statischen, nicht oszillatorischen Ladungen mit geringem Energieaufwand abzuführen; auch gleichen sich durch diesen Weg fortwährend kleinere Überspannungen aus.

Um die Phasenspannung zu begrenzen, sind noch zwischen die Phasenleitungen und den Transformatormittelpunkt drei Hörnerfunkenstrecken in Stern eingeschaltet. Der Dämpfungswiderstand ist als Wasserwiderstand in dem Wasserstrahlerder eingebaut.

Über die Konstruktion der 50000 Voltanlage mag Folgendes von Interesse sein:

Die Drosselspulen, eisenfrei, sind flache Spulen, welche durch spiralartig gewickeltes Flachkupfer mit Preßspahnzwischenlagen gebildet werden. Die verschiedenen Spulen sind mittelst Isolatoren zu einer Stufendrosselspule zusammengebaut, welche von 4 Rillenisolatoren für 50000 Volt getragen wird. Die sog. Generatordrosselspulen sind ähnlicher Konstruktion, liegen aber in einem Ölbad. Neben der Stufendrosselspule ist der Ölwiderstand der dazugehörigen Funkenstrecken aufgestellt; er besteht aus feinem, besonderen Draht, von welchem eine große Länge mit Asbestschnur gewebeartig zusammengestellt ist; diese Art Stoff ist auf Glasröhren gespannt und das Ganze, von einem Holzrahmen getragen, in einem größeren Ölkessel eingebettet. Das Ölbad wirkt als Isolation sowie durch seine große Wärmekapazität. Der Wasserstrahlerder wirkt durch den ständigen Ausgleich atmosphärischer Elektrizität beruhigend auf den Betrieb, indem die Funkenstrecken weniger oft zum Ansprechen kommen. Das Wasser, das von zwei Zentrifugalpumpen geliefert wird, fließt aus den Düsen des geerdeten Zuführungsrohres in drei glatten Strahlen auf isolierte Metall-Elektroden, an welche die zu schützenden Leitungen angeschlossen sind. Es sammeln sich unterhalb der Elektroden in zylindrischen, isolierenden Behältern, den schon erwähnten Wasserwiderständen der Phasenspannungs-Hörnersicherungen, und läuft von hier aus in ebenfalls zusammenhängenden Strahlen in den geerdeten Sammelbehälter.

Die zwei Wasserstrahlen oberhalb und unterhalb der Behälter bilden zwei parallele Wege von der Leitung zur Erde. Da aber die drei Phasen durch die Wasserstrahlen und die geerdeten Behälter miteinander verbunden sind, fließt auch ein Strom von einer zur andern. Dieser wird durch Querschnittsänderung der Düsen auf ca. 0,1 Amp. einreguliert, schwankt aber von einem Tag zum andern, bis um 50%, je nach der chemischen Zusammensetzung des Wassers.

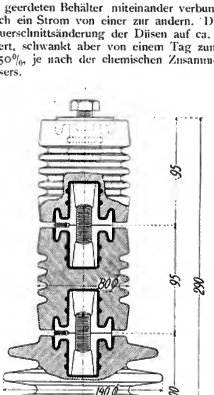


Fig. 403. Rillenisolator für 50000 Volt.

Es geht somit in jedem dreipoligen Wasserstrahlerder eine Leistung von ca. 9 KW verloren, was für die 4 Apparate 36 KW ausmacht, das ist weniger als 1% der übertragenen Leistung.

Wie bereits erwähnt, sind die Schalter der 50000 Voltanlage nur als Trennschalter benützt, somit nie unter Arbeitsstrom betätigt. Selbst das Ausschalten der Leitung unter Spannung verursacht infolge des Ladungsstromes einen ca. 30 cm langen, stark summenden Lichtbogen.

Die Trennschalter bestehen aus einem Kontaktmesser und einer Kontaktfeder, auf zwei Isolatoren für 50000 Volt montiert.

Sie werden mittels einer Schaltstange bedient; letztere besteht aus einem langen Holzgriff, daran eine Hartgummischeibe und ein Isolator, der einen Haken trägt.

Die 50000 Volt Isolatoren (Fig. 403) für Innenräume sind ausschließlich Rillenisolatoren, die aus drei zusammengeschraubten Isolatoren bestehen. Dieselben wurden einzeln geprüft, die zwei kleineren bei 30000 und 40000 und der dritte bei 60000 Volt.

Die gesamte Porzellanstärke der drei Isolatoren beträgt 57 mm, während der Oberflächenweg 580 mm beträgt.

Zur Einführung in die verschiedenen Transformatoren, Drosselspulenbehälter und Ölwiderstände ist die Leitung durch die Mitte besonderer, aus zwei konzentrischen Teilen zusammengesetzten Rillenisolatoren hindurchgezogen.

Die Spitzenwirkung macht sich bei der hohen Spannung in Form von laut zischenden dunklen Entladungen schon bemerkbar, ohne jedoch meßbare Verluste zu verursachen.

Bei der Montage der 50000 Voltanlage ist als kleinster Abstand von Leitung zu Leitung 500 mm, von Leitung zu Erde 300 mm eingehalten worden. Diese Abstände verlangten insbesondere große Öffnungen in den Decken.

Ein besonders interessantes Stück ist die Durchführung der Leitung durch die Mauer (Fig. 404). Es wurde von vorneherein von einer freien Einführung Abstand genommen. Die Wanddurchführung ist derart konstruiert, daß der Leitungsdraht durch zwei ineinander einzementierte Rillenisolatoren hindurch geführt wird, die von einem konzentrischen Tonstück getragen werden. Dieses nach der Außenseite ebenfalls mit Rillen versehen, nach der Innenseite als hohler Zylinder ausgebildet und eingemauert, bietet eine große mechanische Festigkeit und Isolation. Bei einem Leitungsdurchmesser von 7 mm und dem aus praktischen Rücksichten nicht größeren Tonrohrdurchmesser von 400 mm beträgt die Luftschicht zwischen Leitung und Erde weniger als 200 mm. Infolge des kleinen Krümmungsradius des Leitungsquerschnittes (3,5 mm) und der Luftstrecke von nur 200 mm wären Entladungen und Lichtbogenbildungen zu befürchten, wegen der hohen Durchschlagsbeanspruchung der der Leitung nahelieggenden Luftschichten. Um dieselbe zu verringern, vergrößerte man mittels einer konzentrischen Messingbüchse den Leitungsdurchmesser von 7 auf 85 mm. Dadurch wurde die maximale Luftbeanspruchung kleiner, und obwohl der Luftweg weniger als 160 mm beträgt, ist keine Entladung wahrnehmbar. Zwei an der gegen den Unterwasserkanal zu gelegenen Hausmauer angebrachte Balkons ermöglichen eine bequeme Beaufsichtigung und Reinigung der Einführungen.

Sämtliche Apparate der 50000 Voltanlage sind in Gerüsten untergebracht, welche durch räumliche Gänge getrennt sind. Geländer schützen vor Berührung. Im übrigen sind die Leitungen tunlichst an den Decken geführt.

Die Hörnersicherungen sind alle in dem oberen Stockwerk, (Fig. 400), aufgestellt, die 5 von derselben Phase 20 cm, diejenigen der verschiedenen Phasen 1,85 m von einander entfernt und durch 2,40 m hohe, doppelte isolierte Asbestwände getrennt. Die Decken dieser Räume sind mit unverbrennbaren verputzten Korkplatten belegt.

Die Dimensionen des Hochbaues waren durch die aufzustellenden Apparate und Leitungen eindeutig bestimmt. Lichtreiche, gut ventilierte Räume herzustellen, war die Hauptaufgabe des Architekten. Eine besondere Anforderung wurde an die Decken gestellt, da sie große Lasten zu tragen haben, neben welchen jedoch zum

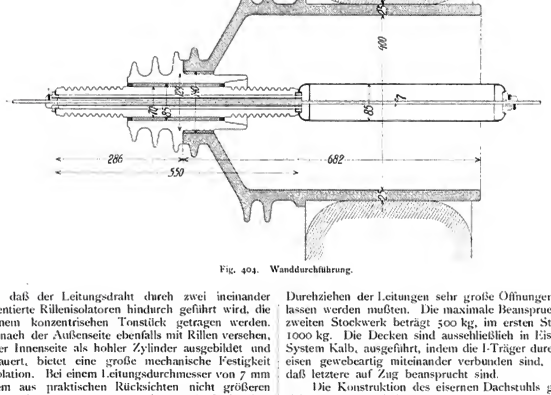


Fig. 404. Wanddurchführung.

Durchziehen der Leitungen sehr große Öffnungen frei gelassen werden mußten. Die maximale Beanspruchung im zweiten Stockwerk beträgt 500 kg, im ersten Stockwerk 1000 kg. Die Decken sind ausschließlich in Eisenbeton, System Kalb, ausgeführt, indem die I-Träger durch Rundeisen gewebeartig miteinander verbunden sind, derartig, daß letztere auf Zug beanspruchte sind.

Die Konstruktion des eisernen Dachstuhls gestaltete sich dadurch schwierig, daß im Funkenstreckenraum keine metallischen Teile vorhanden sein durften. Die Abdeckung des Gebäudes, die auf Holzsparren ruht, ist mit Schalung, Dachpappe und Ziegeldachung hergestellt.

Der Leerschuß wurde durch eine Eisenbetondecke mit einer Spannweite von 9,80 m, welche auf 3 genieteten Blechträgern von 1,10 m Höhe ruht, abgedeckt und zur Unterbringung des direkten Blitzschutzes überbaut.

Einiges wäre noch über den Ausbau des bereits erwähnten vierten Maschinensatzes zu sagen. Um außer den in den 3 großen Generatoren zur Ausnützung gelangenden 66 cbm Wasser auch noch die überschüssige Wassermenge ausnützen zu können, welche den größten Teil des Jahres vorhanden ist, entschloß man sich, damit einen kleinen Drehstromgenerator anzutreiben. Die sich hierdurch berechnende 224 PS Turbine wurde als

Zwillingsturbine ausgeführt. Drehzahl 300, Wassermenge 2,8 cbm. Sie ist mit dem Generator direkt gekuppelt, dessen Leistung 210 KVA bei cos φ = 0,9 beträgt. Er ist gebaut für 100 Polwechsel, 5000 Volt mit direkt gekuppelter Erregermaschine zu 110 Volt.

Der Generator hat auf dem Schalttisch ein besonderes Feld und auf der Schaltwand einen Wagen mit Olschalter und Relais. Er ist hauptsächlich dazu bestimmt, die nahegelegene Stadt Moosburg, in welcher die städt. Elektrizitätswerke München ein Drehstromnetz verlegen, mit elektrischer Arbeit zu versorgen.

Er arbeitet daher auf besonderen Sammelschienen, die von den anderen getrennt werden können. Dadurch kann die Spannung für die Versorgung der Stadt Moosburg unabhängig von der nach München reguliert werden. Im Notfall aber können beide Sammelschienen durch einen Schalter verbunden werden.

Die Übertragung nach Moosburg geschieht durch ein Kabel, welches den Kanal entlang verlegt ist. Beim Wehr speist eine Abzweigung den im Schleusenwärterhäuschen aufgestellten 30 KW Transformator, 5000/110 Volt, welcher die zum Antrieb der Schützenmotoren und der Tiefenbachpumpe nötige Arbeit liefert.

Die Verteilung in Moosburg ist durch drei Transformatoren projektiert, die ein Netz für 120 Volt Drehstrom speisen, an welches z. Z. rd. 150 KW für Licht und Kraft angeschlossen sind.

Die beiden 5000 Voltanlagen im Werk sind besonders gegen Überspannungen geschützt durch je 3 in Dreieck geschaltete Hörnersicherungen und 3 in Stern geschaltete sehr empfindliche und wirksame Hörnersicherungen von Siemens-Schuckert mit Kondensatoren, Hilfsfunkenstrecke und Teslatransformatoren mit einem dreipoligen Olwiderstand.

Zur Beleuchtung des Werkes und der verschiedenen Wohngebäude sowohl als zum Antrieb der Turbinen- und Leerschußschützenmotoren ist ein Drehstrom-Gleichstrom-Motorgenerator von ca. 13 KW aufgestellt, welcher durch eine kleine Akkumulatorenbatterie von 270 Ampèrestunden unterstützt wird.

Der Motorgenerator wird von einem Transformator gespeist, welcher die Spannung von 5000 Volt auf 110 Volt erniedrigt.

Die Gleichstromanlage kann im Notfall die Erregung der Drehstromgeneratoren übernehmen. Sie besitzt eine eigene Schalttafel; der daselbst aufgestellte Zellenschalter kann jedoch vom Schalttisch in Tätigkeit gesetzt werden. Zur Kontrolle befinden sich außerdem auf dem Schalttisch ein Zelleneinfahrenzeiger und ein Spannungszeiger.

Das Wasser zu den Wasserstahlerdern und zur Kühlung der Transformatoren, sowie das Trinkwasser liefert eine 5 PS Hochdruckzentrifugalpumpe, die durch einen Behälter unter Druck unterstützt wird. Das Wasser, reines Quellwasser, wird zunächst von dem Hausbrunnen in einen Behälter eingepumpt. Sobald dessen Druck unter 3 Atm. sinkt, setzt ein automatischer Anlasser den Pumpenmotor in Tatigkeit so lange, bis der Druck über 5 Atm. steigt. Außerdem ist für die Zeit während welcher das erwähnte Kühlwasser die Heizung übernehmen soll, eine 3 PS Zirkulationspumpe aufgestellt.

Eine weitere kann bei Hochwasser das evtl. Sickerwasser auspumpen. Der Antrieb sämtlicher Pumpen erfolgt durch Gleichstrom- und Drehstrommotoren für 110 Volt.

(Fortsetzung folgt.)

Sollen die städtischen Betriebe, wie Straßenbahnen, Wasser-, Gas- und Elektrizitätswerke, die kameralistische oder die kaufmännische Buchführung verwenden?

Von Oberingenieur **A. Schulte.**

Im vergangenen Jahre wurde seitens einer städtischen Betriebsverwaltung eine Rundfrage veranstaltet, ob bei den städtischen Betriebsverwaltungen die kameralistische oder die kaufmännische Buchführung eingeführt sei, und welche Gründe für die Bevorzugung der einen oder anderen Buchführungsart vorgelegen hätten?

Diese Frage verdient das weitgehendste Interesse, denn sie betrifft in ihrer Verallgemeinerung das große Problem, ob in Staats- und Kommunalbetrieben die kameralistische oder die kaufmännische Buchführung am Platze ist. Dieses Problem ist viel umstritten worden und bis heute noch nicht endgültig gelöst. Weder in der Literatur noch in der Praxis ist eine Einigkeit erzielt. Daher hat auch der Vorstand der deutschen Städteausstellung 1903 in Dresden in einem Preisausschreiben zur Verwirklichung der einheitlichen Gestaltung des Kassenwesens der deutschen Städteverwaltungen u. a. die Frage gestellt:

»welche Buchführung für die Kassen- und Rechnungsführung anzuwenden sei, ob und bzw. für welche Teile der städtischen Verwaltung sich die kaufmännische oder die gewöhnliche Verwaltungsbuchführung (kameralistische) empfehle.«

In der gekrönten Preisschrift, von dem Stadtkämmerer Constantini verfaßt, ist eine präzise Antwort auf die gestellte Frage gegeben worden. Constantini stellt sich auf den bereits vor ihm oft vertretenen Standpunkt, daß für die sog. Aufwandswirtschaften, so z. B. für die Stadtbauämter, Steuerämter etc., die kameralistische, für die industriellen Betriebe der Städte, also auch für Straßenbahnen, Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerke, dagegen die kaufmännische Buchführung zu empfehlen sei. In der Praxis ist aber eine Einheitlichkeit nach diesen Gesichtspunkten nicht erreicht worden, was allerdings auch nicht anders erwartet werden konnte. Der Referent des Preisgerichtes vertrat schon den Standpunkt, daß für städtische Verwaltungen, und zwar auch für die industriellen Betriebe derselben, nur die kameralistische Buchführung in Frage kommen könnte. Die mit dem ersten Preise gekrönte Schrift von Constantini vertrat dagegen den bereits oben angegebenen Standpunkt. Die Schrift, welche den zweiten Preis erhielt, vertrat dagegen wieder die Auffassung des Referenten, und die Abhandlung, welche den dritten Preis erhielt, war wieder der Ansicht von Constantini. Also schon hier war keine Einheitlichkeit vorhanden, was bei einem Ausschreiben zum Zwecke der Erzielung von Einheitlichkeit zum mindesten außergewöhnlich und auffällig ist. Der Grund für diese Uneinheitlichkeit in der Frage der geeigneten Buchführung für städtische Betriebe ist darin zu suchen, daß die Theorien über die Buchführung noch so unklar sind, daß sie sich noch nicht frei gemacht haben von der mittelalterlichen Gelehrsamkeit, die in unserem modernen Zeitalter schlechthin unverständlich ist. Wenn auch in den letzten zwei Jahrzehnten die neuere Buchführungstheorie, die sog. Zweikontentheorie, mehr Klarheit über das Wesen der Buchführung geschaffen hat, so hat sie doch noch keine endgültige Lösung zu bringen verstanden, da sie selbst sich noch nicht von der historischen und in unglückliche Bahnen hineingekommenen

theoretischen Entwicklung der Buchführungslehre vollkommen frei machen konnte. Solange aber das Wesen der Buchführung unklar bleibt, ist keine endgültige Entscheidung zwischen ihren Systemen möglich. Wenn es sich darum handelt, ob ein Gasmotor oder ein Elektromotor in einem gegebenen Falle zu empfehlen ist, dann muß man, um eine Entscheidung zu treffen, in erster Linie das Wesen und die Eigenschaften des Gasmotors und des Elektromotors kennen. Wenn diese Faktoren bekannt sind, dann ergibt sich die Entscheidung nach kurzer Überlegung oder kleiner Rechnung fast von selbst. Ganz analog liegen die Verhältnisse bei der Buchführung, so daß also die Hauptaufgabe bei der gestellten Frage darin gipfelt, das Wesen der beiden Buchführungssysteme, der kameralistischen und der kaufmännischen, zu erfassen, und zwar nüchtern, klar und frei von allen Traditionen der über vierhundert Jahre alten Theorie.

Um das Wesen der Buchführung wirklich zu erfassen, muß man bei den Betrachtungen zweckmäßig ab ovo anfangen. Zu diesem Zwecke sollen zunächst die Aufgaben der Buchführung, und dann die verschiedenen möglichen Lösungen dieser Aufgaben, insbesondere die kameralistische und kaufmännische gesucht werden; zum Schlusse soll dann aus dem Wesen der beiden Buchführungssysteme heraus die Frage der Anwendung derselben für die städtischen Betriebe beantwortet werden.

Die Aufgaben der Buchführung.

Bei den Aufgaben der Buchführung ist zunächst ein allgemeiner Überblick zu geben, sodann die Frage zu beantworten, ob für städtische und private Betriebe die Aufgaben verschieden sind, und dann sind die Aufgaben selbst näher zu betrachten.

Hinsichtlich des Überblickes ist es zweckmäßig, von den gesamten Aufgaben der Buch- und Rechnungsführung auszugehen und aus diesen die eigentliche Aufgabe, soweit sie für das gestellte Thema in Betracht kommt, herauszuschälen. Die gesamten Aufgaben der Buch- und Rechnungsführung sollen nun zunächst an zwei Beispielen studiert werden, und zwar an einem Verkauf und an einem Einkauf von Materialien.

Bei einem Verkauf gehen zuerst die Bestellungen ein. Die Bestellungen werden dann ausgeführt und sodann die Rechnungen ausgestellt. Ferner sind diese Rechnungen auf ihre Richtigkeit zu prüfen, und zwar sowohl in Hinsicht darauf, ob sie rechnerisch richtig sind, als auch in Hinsicht darauf, ob auch alle Rechnungen ausgestellt sind. Nach Erledigung dieser Arbeiten werden die Rechnungen zur Zahlung den betreffenden Geschäftsfreunden zugestellt. Aus dem Eingang der Materialien ergibt sich für den Geschäftsfreund die Schuld, welche zu verbuchen ist; später muß die Zahlung der Rechnungen und das damit zusammenhängende Erlöschen der Schuld verbucht werden: Der Geschäftsvorfall muß also rein rechnerisch niedergelegt werden.

Bei einem Einkauf erfolgen zunächst die Bestellungen, diese werden von den Geschäftsfreunden ausgeführt, und sodann gehen die Rechnungen ein. Ferner werden diese Rechnungen geprüft, ob sie richtig sind und ob sie alle eingegangen sind. Nach Erledigung der Kontrolle werden dann die Rechnungen zur Zahlung angewiesen. Endlich muß der Eingang der Materialien und damit das Guthaben des Geschäftsfreundes und, wenn die Zahlung der Rechnungen erfolgt, diese Zahlung und das Erlöschen des Guthabens des Geschäftsfreundes verbucht werden. Diese letzteren Arbeiten sind wieder als rein rechnerische zu charakterisieren.

Bei den vorstehend angegebenen Arbeiten lassen sich drei Gruppen unterscheiden: Erstens der Ein- und Verkauf selbst und die zugehörige Rechnungsstellung, zweitens die Prüfung und Anweisung der Rechnungen, drittens die Verbuchung der Ein- und Ausgänge an Materialien bzw. der Guthaben und Schulden und später die Zahlung der Guthaben und Schulden und damit das Erlöschen derselben. Verteilt man diese Arbeiten auf verschiedene Bureaus, dann erhält man

1. ein Ein- und Verkaufsbureau,
2. ein Kontrollbureau und die anweisende Direktion und
3. die eigentliche Buchhalterei.

Das Ein- und Verkaufsbureau und ebenso das Kontrollbureau führen auch Buch über die bei ihnen vorkommenden Geschäftsvorfälle, jedoch liegt die eigentliche rein rechnerische Verbuchung bei der Buchhalterei als solcher. Daher kommt diese eigentliche Buchhalterei, wie sie sich aus der vorstehenden Teilung der Bureaus ergibt, ausschließlich für das Wesen der Buchführung in Betracht. Diese Behauptung ist wichtig, denn z. B. wird fast ganz allgemein als Charakteristikum der kameralistischen Buchführung bezeichnet, daß in derselben die Anordnung der Einnahmen und Ausgaben und die Vollziehung derselben einander als wesentliches Merkmal gegenüberständen. Diese Auffassung, welche an die, bei kameralistischer Buchführung üblichen Einnahme- und Ausgabe-Anweisungen (Kontrollbureau und anweisende Direktion) anknüpft, ist trotz ihrer allgemeinen Verbreitung unrichtig. Die Einnahme- und Ausgabe-Anweisungen der kameralistischen Buchführung charakterisieren nur eine Form, aber nicht den Inhalt der Buchführung. Auch der Kaufmann der Privatunternehmungen kennt die Anweisungen an die Kasse. Während aber in der Kameralistik besondere Formulare verwendet werden, gebraucht der Kaufmann nur einen einfachen Stempel, z. B. Rechnung kann bezahlt werden. Inhaltlich sind die Anweisungen in privaten und in städtischen Unternehmungen durchaus dieselben; auf jeden Fall ist die Kontrolle bei den privaten Unternehmungen nicht geringer als wie bei den städtischen, wenn erstere auch durchweg die kaufmännische und nicht die kameralistische Buchführung verwenden. Constantini sagt in seiner preisgekrönten Schrift über die kameralistische Buchführung:

> Charakteristisch für dieselbe ist, daß erstens nicht nur die Einnahmen und Ausgaben gebucht werden, wenn sie wirklich eingegangen oder geleistet worden sind, sondern daß sie auch schon vorher, wenn sie angeordnet werden, im Manuale in einer besonderen, mit Soll bezeichneten Geldspalte vorzumerken sind, so daß eine Gegenüberstellung der angeordneten und der vollzogenen Kassenvorfälle stattfindet. Infolge dieser Gegenüberstellung lassen sich die nicht eingegangenen Einnahmen und nicht geleisteten Ausgaben als Einnahme- oder Ausgabereste nachweisen etc.

Diese Auffassung ist durchaus die oben erwähnte übliche, so daß man den Boden der üblichen Theorie verläßt, wenn man die Anordnung (Kontrollbureau und anweisende Direktion), welche als etwas Wesentliches angesehen wird, von vornherein ausschaltet. Dies geschieht aber in den nachstehenden Ausführungen. Wenn in diesen trotzdem die kameralistische Buchführung geschlossen entwickelt werden kann, dann ist damit auch gleichzeitig der Beweis erbracht, daß Anordnung und Vollziehung nichts

Wesentliches, sondern in Wirklichkeit etwas Nebensächliches bei der kameralistischen Buchführung sind.

Nachdem die Aufgaben der Buchführung vorstehend allgemein festgelegt worden sind, soll nun die Frage beantwortet werden, ob sie für private Unternehmungen und für Gemeinden verschieden sind. Hierbei kann man von dem Fall ausgehen, daß ein von einer Privatgesellschaft verwalteter Betrieb in städtische Regie übergeht. Die Arbeiten der Ein- und Verkaufsbureaus, der Kontrollbureaus und der Direktion werden sich den verschiedenen Bedürfnissen von Privat- und Stadtbetrieb anpassen müssen. So z. B. muß in Gemeindebetrieben auf die Bewilligung der Mittel durch die Stadtverordneten, auf den Nachweis der tatsächlich verbrauchten Mittel usw. Rücksicht genommen werden. Die Arbeiten müssen sich eben den jeweiligen Verhältnissen anpassen, ebenso wie ein Ingenieur nicht gerade mit dem Rock in einen Kessel kriecht, den er auf dem Bureau anhat. So müssen auch die Arbeiten der eigentlichen Buchhaltung sich den Verhältnissen anpassen, aber in rein rechnerischer Beziehung, d. h., soweit die wirtschaftliche Seite in Betracht kommt, sind die Aufgaben für Privat- und Stadtbetrieb dieselben, denn die Materie ist auch dieselbe geblieben. Eine Gasfabrik, welche von einer Privatgesellschaft an eine Gemeinde übergeht, bleibt immer eine Gasfabrik, sie verkauft nach wie vor Gas gegen Entgelt. Die Buchhaltung muß daher nach wie vor diese wirtschaftlichen Vorgänge verrechnen und das finanzielle Ergebnis feststellen. Der Zweck der Buchführung ist derselbe; es ist zu untersuchen, ob die Gasfabrik ihren Zweck erfüllt, ob sie wirtschaftlich arbeitet.

Man kann sagen, daß die Aufgaben der Buchführung dieselben sind für einen Privat- und für einen Stadtbetrieb, wenn man nur an die rein rechnerischen, und zwar in bezug auf das Wesen der Buchführung denkt. Nur aus dem Wesen der Buchführungssysteme kann sich daher später ergeben, welches System grundsätzlich in Frage kommen kann. Neben dieser Hauptfrage ist natürlich noch in zweiter Linie die Frage zu untersuchen, ob die kameralistische oder kaufmännische Buchführung unabhängig vom Wesentlichen für die speziellen Verhältnisse besser geeignet ist. Es sind daher — bei der Besprechung der verschiedenen Lösungen der Aufgaben durch das kameralistische und das kaufmännische System — zwei Fragen getrennt zu beantworten: 1. welches Buchführungssystem kommt für die städtischen Betriebe grundsätzlich in Frage infolge seines Wesens, und 2. welches in Rücksicht auf die speziellen Verhältnisse in städtischen Betrieben in Betracht? An dieser Stelle kommt es nun aber lediglich darauf an, daß ausgeführt wurde, daß ein grundsätzlicher Unterschied zwischen den Aufgaben der Buchführung für Privat- und Gemeindebetriebe nicht existiert. Nach dieser Konstatierung sollen nun die Aufgaben der Buchführung selbst studiert werden.

Die Materie der Buchführung.

Die Materie der Buchführung ist das Geschäftskapital. Dieses muß von verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachtet werden. Hieraus ergibt sich das rechnerische Problem der Buchführung. Bei einem Kapital können nun stets drei Fragen auftreten: 1. in welcher Art von Vermögensgegenständen ist das Kapital angelegt, 2. wer ist der Besitzer desselben und 3. welche Bedeutung bzw. welchen Zweck hat das Kapital, d. h. ist das Kapital eine Geschäftseinlage oder ist es ein Gewinn. Diese Verhältnisse werden an einem Beispiel klarer. Ein Kapital von M. 100000 kann sich z. B. wie folgt zusammensetzen:

1. M. 80000 Betriebsanlagen,
   „ 12000 Materialien,
   „ 8000 Kassenbestand.
2. M. 76000 Geschäftsanteil von A,
   „ 10000 Geschäftsanteil von B,
   „ 9000 Geschäftsanteil von C,
   „ 5000 Gemeinschaftlicher Anteil von A, B, C.
3. M. 95000 Geschäftseinlage,
   „ 5000 Gewinn.

Das Kapital von M. 100000 ist in diesem Beispiele nach drei Gesichtspunkten gruppiert, so daß drei voneinander unabhängige Rechnungen vorhanden sind.

Die Aufgaben der Buchführung können in das allgemeine Problem zusammengefaßt werden, dieselbe Materie nach verschiedenen Gesichtpunkten zu gruppieren. Die verschiedenen Gesichtspunkte ergeben hierbei voneinander getrennte Rechnungen, die nur das eine miteinander gemein haben, daß sie dieselbe Materie behandeln. So ist in dem gewählten Beispiel das Kapital die allen drei Rechnungen zugrunde liegende Materie, und dieses Kapital ist in allen drei Rechnungen gleich groß, und zwar = M. 100000. Diese Beziehung zwischen den einzelnen Rechnungen ist eine rein mathematische, welche ganz unabhängig ist von der durch die Rechnungen behandelten Materie. Sie bleibt in mathematischer Beziehung dieselbe, ob die Rechnung nach Mark, Stück oder sonstwie ausgeführt wird. Deshalb soll das mathematische Problem, welches der Buchführung zugrunde liegt, als Solches untersucht werden.

Bei der Untersuchung wird zweckmäßigerweise, damit sie nicht zu abstrakt wird, eine beliebige Materie angenommen, z. B. die Mitglieder einer Gemeinde. Diese müssen nach verschiedenen Gesichtspunkten gruppiert werden, und zwar in verschiedenen voneinander unabhängigen Rechnungen, welche nur die gleiche Anzahl der Mitglieder der Gemeinde miteinander gemein haben.

Zunächst soll die Gruppierung nur nach einem einzigen Gesichtspunkte, und zwar nach der Konfession, vorgenommen werden, wobei sich naturgemäß dann auch nur eine Rechnung ergibt. Diese eine Rechnung soll sofort untersucht werden.

Buchungen bzw. Verrechnungen werden erforderlich, wenn Änderungen eintreten. So z. B. wird bei der Geburt eines Kindes erforderlich, zu verbuchen: daß ein Mitglied zu der Gemeinde hinzugekommen ist, und zwar zu einer bestimmten Konfession. Bei einem Todesfall ist entsprechend ein Mitglied von der Anzahl der Mitglieder, und zwar bei einer bestimmten Konfession abzuziehen. Jeder Vorfall dieser Art bedingt also eine Buchung. Es gibt aber auch andere Vorfälle. Bei den vorstehend angegebenen Fällen ändert sich die absolute Anzahl der Mitglieder der Gemeinde. Es sind aber auch noch Vorfälle möglich, bei denen die absolute Anzahl der Mitglieder sich nicht ändert und nur eine Verschiebung innerhalb der vorhandenen Anzahl eintritt. Ein solcher Vorfall ist z. B. gegeben, wenn ein Mitglied von einer Konfession zu einer anderen übertritt. In einem solchen Falle verringert sich die Mitgliederzahl in der einen Konfession, aber die Mitgliederzahl in der anderen Konfession vermehrt sich. Vorfälle dieser Art können daher nur durch zwei Buchungen vollständig dargestellt werden.

Theoretisch sind nur die beiden angegebenen Arten von Vorfällen möglich: ein Vorfall muß entweder die Anzahl der Mitglieder ändern oder nicht; mehr Möglichkeiten sind logisch nicht denkbar.

Wenn nun statt nur einer Rechnung deren mehrere, d. h. Rechnungen nach verschiedenen Gesichtspunkten, so z. B. außer nach der Konfession auch nach dem Beruf, der Staatsangehörigkeit etc. geführt werden, dann sind hinsichtlich der beiden erwähnten Arten von Vorfällen verschiedene Wirkungen zu konstatieren. Beispielsweise seien drei verschiedene Rechnungen bzw. drei Gesichtspunkte angenommen. Bei der ersten Gruppe der Vorfälle, bei denen sich die absolute Anzahl der Mitglieder ändert, sind ebensoviele Buchungen erforderlich, wie Rechnungen vorhanden sind, also in dem gewählten Beispiel drei Buchungen. So muß bei dem Todesfall ein Mitglied abgesetzt werden, und zwar erstens bei der Konfession, zweitens beim Beruf und drittens bei der Staatsangehörigkeit. Bei der zweiten Gruppe von Vorfällen, bei der sich die absolute Anzahl der Mitglieder nicht ändert, ist keine Abhängigkeit zwischen der Anzahl der notwendigen Buchungen und der Anzahl der Rechnungen zu konstatieren. Der Vorfall betrifft jeweilig eben nur eine einzige Rechnung und hat deshalb auf die anderen Rechnungen keinen Einfluß. Wenn ein Mitglied von einer Konfession zu einer anderen übertritt, dann ist damit keine Änderung der Mitgliederzahl in der Rechnung über den Beruf und in der über die Staatsangehörigkeit zu verzeichnen. Bei dieser Art von Vorfällen bedingt also jeder Vorfall stets zwei Buchungen, unabhängig davon, wieviel Einzelrechnungen geführt werden.

Wenn nun an Stelle von drei Rechnungen deren sechs geführt werden, dann erfordert jeder Vorfall bei der ersten Art der Vorfälle sechs Buchungen, bei der zweiten Art dagegen nur wieder zwei. Ein besonderes Interesse verdient nun der Fall, daß die Anzahl der Buchungen bei beiden Arten von Vorgängen gleich groß ist. Da nun die Anzahl der Buchungen für die zweite Art fest gegeben ist, und zwar zu je zwei Buchungen, ist eine Übereinstimmung in der Anzahl der Buchungen nur möglich, wenn nur zwei verschiedene Rechnungen geführt werden. In diesem Falle erfordert jeder Vorfall sowohl bei der Gruppe 1 als auch bei der Gruppe 2 der Vorfälle je zwei Buchungen. Für diesen Spezialfall des mathematischen Problems gilt also das Gesetz: jeder Vorfall bedingt zwei Buchungen.

Dieser Sonderfall liegt vor bei der Buchführung, und zwar sowohl bei der kameralistischen als auch bei der kaufmännischen. Aus dem Gesetz desselben ist die Bezeichnung »Doppelte Buchführung« entstanden.

Nach den letzten Ausführungen müssen die Aufgaben der Buchführung in zwei Rechnungen zusammengezogen werden. Weiter oben ist aber angegeben worden, daß das Kapital nach drei Gesichtspunkten gruppiert werden müßte, und zwar nach der Art der Vermögensgegenstände, nach den verschiedenen Besitzern und nach Einlage und Gewinn. In der Praxis werden nun die beiden letzten Gesichtspunkte zusammengezogen, und zwar wird dieses dadurch möglich, daß die Einlage nochmals nach den verschiedenen Besitzern unterteilt werden kann und der Gewinn erst am Schluß des Jahres unter die einzelnen Besitzer verteilt zu werden braucht, so daß er während des Jahres noch nach den verschiedenen Arten von Gewinnen und Verlusten unterteilt werden kann. Dieses ist an dem oben angegebenen Beispiel in der nachstehenden Form ohne weiteres ersichtlich.

M. 76 000 Anteile von A.
10 000 Anteile von B.
9 000 Anteile von C.

Gesamteinlage: M. 95 000

Übertrag: M. 95 000
M. 2 000 Gewinn aus Abteilung I.
» 1 500 Gewinn aus Abteilung II.
» 1 000 Gewinn aus Abteilung III.
» 500 Gewinn aus Verschiedenem.

Gesamtgewinn: M. 5 000
Kapital: M. 100 000

Durch die vorstehend skizzierte Zusammenziehung von zwei Gesichtspunkten in eine Rechnung ist es erreicht, daß die Aufgaben der Buchführung tatsächlich in nur zwei Rechnungen zusammenfallen, wie man sich auch leicht an Hand von Bilanzen aus der Praxis überzeugen kann.

Wenn die vorstehenden Ausführungen zusammengefaßt werden, dann ergibt sich, daß beiden Buchführungssystemen, der kameralistischen und der kaufmännischen, als Materie das Geschäftskapital zugrunde liegt, daß ferner für diese Materie ein mathematisches Problem gegeben ist, nämlich die Gruppierung des Kapitals nach zwei Gesichtspunkten. Durch diese Gruppierung entstehen zwei Rechnungen, welche die Eigenschaft haben, daß jeder Geschäftsvorfall zu seiner vollständigen Darstellung zweier Buchungen bedarf.

Wenn nun aber die Materie und das mathematische Problem bei der kaufmännischen und bei der kameralistischen Buchführung gleich sind, dann kann der Unterschied zwischen den beiden Buchungssystemen nur durch die Art und Weise der Verrechnungen der einzelnen Geschäftsvorfälle, das ist in der Durchführung des mathematischen Problems, liegen. In dieser Hinsicht sind aber noch zwei Möglichkeiten vorhanden: die Unterschiede können in der rein mathematischen oder in der rein praktischen Durchführung der mathematischen Aufgaben liegen. Beide Möglichkeiten sind zu untersuchen.

Verschiedene Möglichkeiten der Durchführung der Aufgaben.

Die Aufgaben der Buchführung können zunächst in mathematischer Hinsicht verschieden gelöst werden. Das Problem, welches in der Buchführung liegt, ist in mathematischer Ausdrucksweise eine Gleichung, welche lautet:

$$\text{Bestand} = \text{Einlage} + \text{Gewinn}$$

oder in dem oben behandelten Beispiel

$$\text{M. } 100\,000 = 95\,000 + 5000.$$

Unter »Bestand« ist hierbei die Summe der Vermögensgegenstände, wie Betriebsanlagen, Materialien usw., zu verstehen, während die »Einlage« die gesamten Einlagen an Geschäftskapital umfaßt.

Diese Gleichung, d. i. die Gleichheit in den beiden Rechnungen der Buchführung, muß in jedem Augenblicke und nach jedem Vorfalle erfüllt sein. Sie ist in mathematischer Hinsicht aber überbestimmt, da sie keine Unbekannte enthält. Sie wird bestimmt, wenn eines der Glieder, z. B. der Gewinn, unbekannt ist, also

$$100\,000 = 95\,000 + x \text{ oder}$$
$$x = 100\,000 - 95\,000 = 5000.$$

In mathematischer Hinsicht ist also die Möglichkeit vorhanden, aus der Buchführung irgend ein beliebiges Glied fortzulassen und trotzdem alle Glieder richtig zu berechnen. Die Fortlassung eines Gliedes ergibt dann eine besondere Art der Buchführung. Die Folge der Fortlassung eines Gliedes ist aber eine Durchbrechung des Systems der zwei Buchungen, denn die Buchungen, die auf das fortgefallene Glied kommen, fallen ebenfalls

fort. Bei dieser Art der Buchführung werden die Geschäftsvorfälle daher entweder durch je zwei, oder durch je eine Buchung dargestellt.

Tatsächlich sind die beiden verschiedenen rechnerischen Methoden vorhanden, daß entweder mit der überbestimmten Gleichung oder mit der gerade bestimmten Gleichung gearbeitet wird. Die letztere Art der Buchführung hat jedoch nur noch eine geringere Bedeutung, ihr fehlt eben das feste Gesetz der doppelten Buchung, ein Nachteil, der durch die Ersparung an Buchungen nicht aufgewogen werden kann. In diesen mathematischen Unterschieden von Buchungsarten liegt auch nicht der Unterschied zwischen der kaufmännischen und der kameralistischen Buchführung. Diese beiden Arten der Buchführung weisen vielmehr als Sondermethoden sowohl das geschlossene als auch das durchbrochene System der doppelten Buchführung auf. An dieser Stelle kann hierauf nicht näher eingegangen werden, doch wird nachstehend wenigstens ein Überblick über die üblichen Bezeichnungen der entsprechenden Arten der Buchführung gegeben.

	Geschlossenes System: je 2 Buchungsposten	Durchbrochenes System: 1 oder 2 Buchungsposten
Kaufmännische Buchführung	Doppelte Buchführung	Einfache Buchführung
Kameralistische Buchführung	Neuer Kameralstil	Alter Kameralstil

Aus den nachstehenden Untersuchungen sind die einfache kaufmännische Buchführung und der alte Kameralstil wegen ihrer geringen Bedeutung vollständig ausgeschieden. Es sei nur noch bemerkt, daß das durchbrochene System der Buchführung meistenteils auch noch zu weiteren Vereinfachungen greift und deshalb auch in der Regel eine wirklich einfache, d. h. eine primitive Buchführung darstellt.

Wenn der Unterschied zwischen der kameralistischen und kaufmännischen Buchführung nicht in der verschiedenen Lösung der Aufgabe in mathematischer Hinsicht liegt, dann kann er nur noch in der praktischen Durchführung der Verbuchung der Vorgänge gefunden werden.

Die rechnerischen Aufgaben der Buchführung sind an sich sehr einfach, so daß auch ihre praktische Durchführung keine Schwierigkeiten bietet. In der Buchführung kommen nur Vermehrungen und Verminderungen vor. Es liegt daher hinsichtlich der praktischen Durchführung der Rechnungen nahe, die Vermehrungen für sich und die Verminderungen für sich je in einer besonderen Spalte zu addieren und dann die gesamten Verminderungen von den gesamten Vermehrungen in Abzug zu bringen, um das Endergebnis zu erhalten. Dieser Vorgang ist durch Schema 1 dargestellt, welches eine Spalte für die Zugänge und eine Spalte für die Abgänge enthält und ohne weitere Erklärung verständlich ist.

Schema 1.

Kasse	Zugänge	Abgänge
Anfangsbestand	40	—
Änderung 1	260	—
» 2	200	—
» 3	—	100
» 4	50	—
» 5	—	30
Gesamtzugänge	550	—
Gesamtabgänge	130	130
Endbestand	420	—

Die beiden Rechnungsspalten, die Zugangs- und die Abgangsspalte, finden sich sowohl in der kameralistischen als auch in der kaufmännischen Buchführung. Der einzige Unterschied der beiden Buchführungssysteme kann also nur in der verschiedenen Stellung der Spalten bestimmter Teile der Buchführung untereinander liegen, d. h. der Unterschied liegt darin, ob für die einzelnen Teile der Buchführung die Zugangsspalte links und die Abgangsspalte rechts oder umgekehrt gestellt werden. Zunächst ist aber zu untersuchen, welche einzelnen Teile bei der Materie der Buchführung, das ist bei dem Bestand, bei der Einlage und dem Gewinn, vorkommen können.

Die Buchführung zerfällt zunächst in die beiden Hauptrechnungen, in die Rechnung über den Bestand und in die Rechnung über die Einlage und den Gewinn. Der Kapitalbestand kann sich aber nun aus vielen Teilen zusammensetzen, z. B. aus den Betriebsanlagen, aus den Materialien, aus dem Kassenbestand. Die Einlage kann sich aus den Einlagen der verschiedenen Geschäftsinhaber, der Gewinn aus den verschiedenen Arten des Gewinnes zusammensetzen. Diese einzelnen Teile können aber wieder noch weiter unterteilt werden, so z. B. kann die Betriebsanlage in Grund und Boden, Gebäude, Maschinen, Kessel etc. unterteilt werden. Für jeden solchen einzelnen Teil ist eine besondere Einzelrechnung erforderlich. Man kann also sagen, daß in den beiden Hauptrechnungen der Buchführung, in der Bestandrechnung und in der Einlage- und Gewinnrechnung, viele Einzelrechnungen vorkommen, welche ihrerseits wieder Zugänge und Abgänge aufweisen. Diese Zugangs- und Abgangsspalten der einzelnen Rechnungen, Hauptrechnungen oder Unterrechnungen, können gegeneinander verschieden gestellt werden, und nur in dieser verschiedenen Stellung kann noch der Unterschied zwischen der kameralistischen und der kaufmännischen Buchführung gesucht werden.

Von vornherein ist es natürlich, daß die Spalten in beiden Hauptrechnungen gleich gestellt werden, daß also beispielsweise alle Eingangsspalten links und alle Abgangsspalten rechts gestellt werden. Eine solche Spaltenstellung soll daher als die natürliche bezeichnet werden. In dem Schema 2 ist diese für das früher besprochene Beispiel der Gruppierung der Mitglieder einer Gemeinde nach Konfession und Staatsangehörigkeit durchgeführt.

Schema 2.

Rechnung I.

a.

Konfession	Zugang	Abgang
Katholisch	1	—

b.

Konfession	Zugang	Abgang
Katholisch	—	1
Evangelisch	1	—

Rechnung II.

a.

Staatsangehörigkeit	Zugang	Abgang
Preuße	1	—

b.

Staatsangehörigkeit	Zugang	Abgang
	—	—
	—	—

Im Schema 2 sind die beiden Arten von Vorfällen, die oben genau besprochen worden sind, durch je ein Beispiel dargestellt. Wenn ein Kind katholischer Eltern geboren wird, die Preußen sind, dann ist, wie dargestellt, der Zugang einer Person einmal unter der katholischen Konfession und einmal unter der preußischen Staatsangehörigkeit zu verzeichnen. Tritt ein Gemeindemitglied vom katholischen zum evangelischen Glauben über, dann tritt keine Vermehrung der Mitglieder der Gemeinde ein, sondern, wie aus dem Schema 2 auch ersichtlich ist, es tritt nur eine Verschiebung innerhalb der Konfessionen

ein. Die eine Konfession muß das als Abgang führen, was die andere als Zugang erhält. Auf die Rechnung über die Staatsangehörigkeit hat dieser Vorgang keinen Einfluß.

In den beiden angegebenen Vorfällen findet sich das Grundgesetz der Buchführung, die zweifache Verbuchung jedes Vorfalles, bestätigt. Aber es zeigt sich doch ein gewisser Unterschied zwischen den beiden Vorfällen. Bei dem ersten Vorfall sind zwei Zugänge und beim zweiten Vorfall ein Zugang und ein Abgang zu verzeichnen, oder in Hinsicht auf die Stellung der Buchungsposten in den Spalten zeigte der erste Vorfall zwei Buchungen links und der zweite Vorfall eine Buchung links und die andere rechts. Wenn es sich bei dem ersten Vorfall nicht um die Geburt, sondern um den Tod eines Mitgliedes gehandelt hatte, dann ständen die beiden Buchungsposten rechts; stets müssen aber die beiden Buchungen auf derselben Seite stehen, d. h. entweder beide links oder beide rechts stehen. Bei der zweiten Art der Vorfälle steht aber stets ein Posten links und ein Posten rechts.

Bei der natürlichen Stellung der Zugangs- und Abgangsspalten ist also keine Einheitlichkeit hinsichtlich der Stellung der zusammengehörenden zwei Posten eines Vorfalles zu verzeichnen. Diese Tatsache macht die natürliche Stellung der Spalten für den tagtäglichen Gebrauch ungeeignet, denn für diesen ist eine einheitliche Stellung der Spalten erwünscht. Bei dem tagtäglichen Umgehen mit der Buchführung muß man mechanisch nach Schema F arbeiten können. Dieses ist aber nur möglich, wenn man die Spalten künstlich gegeneinander verstellt. Hierbei sind aber wieder nur zwei Möglichkeiten vorhanden: Entweder werden alle Vorgänge so gebucht wie oben für Gruppe 1 angegeben, oder sie werden alle so gebucht wie oben für Gruppe 2 angegeben; mit anderen Worten: es kann nur zwei Systeme der Buchführung geben, bei welchen die zusammengehörenden zwei Buchungsposten jedes Vorfalles einheitlich gestellt werden, und zwar sind dies die Möglichkeiten: 1. beide Buchungsposten rechts oder beide links, 2. von den beiden Buchungsposten der eine links und der andere rechts. Tatsächlich sind denn auch diese beiden Möglichkeiten in der Praxis vertreten, und zwar wird die erste als kameralistische und die zweite als kaufmännische Buchführung bezeichnet. Nachstehend ist eine schematische Übersicht über die Stellung der zusammengehörenden Buchungsposten in der kameralistischen und in der kaufmännischen Buchführung gegeben.

Von den zwei Buchungsposten stehen:

1. beide links oder beide rechts oder	— — —	beide links oder beide rechts
2. einer links und einer rechts	einer links und einer rechts	— — —
Natürliche Buchführung	Kaufmännische Buchführung	Kameralistische Buchführung

Wird das bisher Gefundene zusammengefaßt, dann ergibt sich folgendes: Die Aufgaben der Buchführung bestehen darin, daß zwei Hauptrechnungen über das Geschäftskapital nach verschiedenen Gesichtspunkten geführt werden. Durch diese beiden Hauptrechnungen ergibt sich die mathematische Eigenschaft, daß jeder Vorfall nur durch je zwei Buchungen dargestellt wird, wenn von der Durchbrechung des Systems, d. h. von der einfachen Buchführung und dem alten Kameralstil, abgesehen wird. Ferner wird behauptet, daß der Unterschied zwischen der kameralistischen und der kaufmännischen Buchführung nur in der Stellung der Spalten der Rechnungen zu suchen ist, und daß hierbei nur die Möglichkeiten vorhanden sind, wie sie durch die vorstehende schematische Darstellung zum Ausdruck gebracht sind. Nunmehr muß die kaufmännische und die kameralistische Buchführung dieser Behauptung entsprechend entwickelt werden. Bei dieser Entwicklung ergeben sich dann gleichzeitig die wesentlichen Eigenschaften der beiden Buchführungssysteme, und mit diesen Eigenschaften ist gleichzeitig schon eine Antwort auf die Frage bezüglich der Wahl zwischen denselben gegeben.

(Fortsetzung folgt.)

Kleine Nachrichten.

Allgemeines.

Eine interessante Neuerung auf dem Spezialgebiete der Telephonie ist im Deutschen Reichstage eingeführt worden, welche besonders den Herren Vertretern der Presse eine Überraschung bieten dürfte: der Präsidentensitz ist ganz unauffällig mit dem Journalistenrestaurant einerseits und dem Bureau des Herrn Direktors anderseits durch ein **lautsprechendes Telephon** der Aktiengesellschaft Mix & Genest verbunden. Sämtliche Vorgänge im Reichstage werden den Herren Vertretern der Presse nach diesen Räumen durch den »Lautsprecher« so deutlich mitgeteilt, als ob sich die Herren auf ihren Plätzen im Sitzungssaale befänden. Die Apparate sprechen derartig laut, daß sie alle Nebengeräusche, Stimmengewirr usw. übertönen und in jeder Ecke des »Entenpfuhls« klar und deutlich zu verstehen sind.

Aus den Geschäftsberichten.

Auszug aus dem Rechnungsabschlusfs der Ungarischen Elektrizitäts-Akt.-Ges. für das Geschäftsjahr 1907.

In Budapest wurden im abgelaufenen Jahre 1408 neue Konsumenten angeschlossen. Die Ende des Jahres 1907 angeschlossenen Konsumstellen repräsentieren eine Stromentnahme von 10869118 Watt. Es wurden neue Leitungen von 9499,30 m Länge verlegt und die Länge des gesamten Leitungsnetzes beträgt 176485,20 m. Das Erträgnis der Anlage in Erlau ist günstiger wie im Vorjahre.

Die Stadtgemeinde Erlau hat die Ablösung der dortigen Anlage beschlossen.

Auch in Fiume ergab die dortige Anlage ein höheres Erträgnis. Die Stadt Fiume hat vor einiger Zeit die Errichtung eines elektrischen Kraftwerks beschlossen. Dieser Beschluß veranlaßte die Gesellschaft behufs Wahrung ihrer geführdeten Rechte gegen die Stadtgemeinde Fiume den Prozeßweg zu betreten. Im Verlaufe des Prozesses hat die Stadtgemeinde ihre Geneigtheit ausgesprochen, die Anlage abzulösen; infolgedessen sind Verhandlungen im Zuge.

Die »Magyar Mühely- es Raktártelep R.-T.« hat ein besseres Erträgnis geliefert als im Vorjahre.

Der »Beamten-Hilfsfond« betrug am Schlusse des Jahres 1907 K 300019,58.

Die Ergebnisse des abgelaufenen Betriebsjahres gestalten sich wie folgt:

Der Betriebsgewinn des abgelaufenen Jahres beträgt	K	1 073 482,38
Hiervon werden im Sinne des § 45 der Statuten 2% d. i.		21 469,65
dem Reservefond zugeführt, von der verbleibenden	K	1 052 012,73
10% als statutengemäße Tantième der Direktion mit	»	105 201,27
ausgeschieden. Von den nunmehr verbleibenden	K	946 811,46
werden zuzüglich des Gewinnvortrages aus dem Jahre 1906		129 023,33
mithin	K	1 075 834,79
zur Einlösung von 40 000 Coupons unserer Aktien mit je K 16 pro St., d. i. 8% p. a.		640 000,—
verwendet vom Reste pr.	K	435 834,79
als Dotation für den Hilfsfond	K	10 000,—
als Dotation für den Erneuerungsfond	»	80 000,—
verwendet als Wertverminderung der Aktien der Magyar Mühely- és Raktártelep Részvénytársaság	»	50 000,—
dem Spezial-Reservefond zugewiesen u. außerdem als Dotation des Spezial-Reservefondes weitere	»	160 000,—
bestimmt und die noch restlichen auf neue Rechnung vorgetragen.	K	135 834,79

Neue Bücher.

Konstruktion und Berechnung elektrischer Maschinen und Apparate. (Bd. 1 des Handbuches der Starkstromtechnik.) Erläutert durch Beispiele. Mit zahlreichen Abbildungen im Text, 28 Konstruktions- und Kurventafeln von Robert Weigel. Leipzig, Verlag von Hachmeister & Thal. Vollständig in 12 Lieferungen von M. 1,25; Preis des vollständigen Werkes M. 15, geb. M. 18.

Das Programm des Werkes ist ein sehr reichhaltiges, es umfaßt neben Rechnungs- und Konstruktionsbeispielen für normale Gleichstrom- und Wechselstrommaschinen, Motoren und Transformatoren auch solche für Turbogeneratoren, Anlaß- und Regulierapparate. Weiter bringt es Angaben über Prüfung und Kostenberechnung elektrischer Maschinen und auch Hinweise auf besondere Verwendungsarten der Elektromotoren.

Uns liegen vorläufig nur die ersten 4 Lieferungen vor, so daß sich ein Gesamturteil noch nicht bilden läßt. Die darin enthaltenen Rechnungsbeispiele für Gleichstrommaschinen und Transformatoren bilden in der Hauptsache nur knappe Nachrechnungen ausgeführter Typen, auch bei den Entwürfen neuer Maschinen ist dieser Rechnungsgang beibehalten. Nur selten sind Gründe angegeben, weshalb gerade die gewählte Wicklungsart, Polzahl usw. die vorteilhafteste ist, so daß bezweifelt werden muß, ob ein Anfänger auf Grund dieser Nachrechnungen imstande ist selbständig eine neue, brauchbare Maschine zu berechnen. Wenn es daher im Prospekt des Werkes heißt »es ersetzt dem angehenden Ingenieur die sonst notwendigen Jahre praktischer Bureauarbeit«, so ist das eine Übertreibung. Von den Konstruktionstafeln sind einige zeichnerisch gut ausgeführt, konstruktiv wäre manches auszusetzen (z. B. könnten auf Tafel 10 die Pole beinahe um die Hälfte kürzer und das Joch entsprechend kleiner sein; der Transformator auf Tafel 12 kann sich vor Wirbelströmen nicht retten); Stücklisten und Angaben über Material u. dgl. fehlen fast vollständig. Unschön wirkt die Darstellungsart der äußeren Ansicht von Maschinen (Tafel 1 und 4), eine Platzverschwendung ist die Tabelle eines vollständigen (!) Wicklungsschemas für 1012 Drähte (Tafel 9). Dipl.-Ing. Rudolf Nagel.

Die Rechtsstellung der Straßenbahngesellschaften gegenüber dem Staate und der Gemeinde. Von Dr. jur. K. Theissig. Nach sächsischem Recht. 75 Seiten. Leipzig 1908, Veit & Co.

Die in erster Linie für die elektrischen Bahnen verfaßte Schrift behandelt für Sachsen die Konzession, das Verhältnis der Straßenbahn zum Straßeneigentümer, sowie die behördliche Aufsicht über den Betrieb. Zu vermissen ist eine Erläuterung darüber, wie weit die Bahnpolizei der Gesellschaft zusteht. Was hier in Betracht kommt, ist fast ausschließlich Landesrecht, leider, eine reichsgesetzliche Stärkung der Straßenbahnen im ganzen Reiche würde der Allgemeinheit zugute kommen. Die Entwicklung der einfachen Rechtssätze ist so klar und gemeinverständlich, daß das Buch den bestehenden und den zu gründenden Unternehmungen zu empfehlen ist. Coermann.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

C. Beschreibung ausgeführter oder geplanter Bahnanlagen sowie besonderer Systeme.

1. Vollbahnen.

Electrical Equipment of the Fort Dodge, Des Moines & Southern Railway. (Elect. World, 30. Nov. 1907, S. 1046.)* Mit 600 Volt-Gleichstrom betriebene Vollbahn. Streckenlänge 145 km. 15 Stationen. Reisegeschwindigkeit 44 km/St., Höchstgeschwindigkeit 97 km/St. Jeder Wagen ist mit vier Stück 75 PS-Gleichstrommotoren für maximal 97 km/St. Geschwindigkeit ausgerüstet. Das Kraftwerk erzeugt Drehstrom (zwei Turbogeneratoren von je 1250 KW, 2300 Volt, 25 Perioden). Fernleitung mit 20000 Volt zu fünf Unterwerken (mittlere gegenwärtige Entfernung 24,2 km), wo je ein Umformersatz von 400 KW aufgestellt ist.

Single-Phase Equipment of the Windsor, Essex & Lake Shore Rapid Railway. (Elect. World, 11. Jan. 1908. S. 97.)* Die Gesellschaft, die bis jetzt bereits eine Wechselstrombahn zwischen Windsor und Kingsville in Ontario, Kanada (45,2 km) unterhält, hat das Wechselstromsystem auf die 14,5 km lange Strecke zwischen Kingsville und Ludmington ausgedehnt. Das rollende Material, gebaut von der Ottawa Car Company besteht aus 5 Motorwagen und 6 Anhängewagen. In jedem Motorwagen zwei 100 PS-Westinghouse-Wechselstrom-Reihenschlußmotoren und ein 100 KW-Serientransformator. Pantographstromabnehmer. Spannung früher innerhalb der Stadt Windsor = 1100 Volt, auf freier Strecke 6600 Volt, jetzt auch in Windsor 6600 Volt. Fahrdraht in Kettenaufhängung. Abstand der Masten voneinander 24 bis 37 m. In Windstone ist ein Unterwerk mit einem Serientransformator für 300 KW für Speisung von 29 km Fahrleitung, dorthin Kraftübertragung mit 13200 Volt. Das Kraftwerk liegt am Eriesee, darin sind zwei Maschinensätze zu je 500 KW (Kolbendampfmaschinen mit Wechselstromgeneratoren für 25 Perioden) aufgestellt. Spannungsregulierung durch Tirrilregulator. Im Kesselhaus vier Stück 360 PS-Wasserrohrkessel. Bei zwei Kesseln sind Einrichtungen zur Verbrennung von Naturgas vorhanden,

bestehend aus 25 Gwynne-Brennern von Reineeke Wilson & Co., Pittsburg. — Kosten der PS.St. im Kraftwerk bis zur Inbetriebsetzung der Kondensatoren 4,6 Pf., später 2,8 Pf.

Three-Phase Equipment for the Great Northern Railroad. (Elect. World, 4. Jan. 1908, S. 9.) Außer den Drehstromlokomotiven soll für die Great Northern Railroad auch die gesamte elektrische Ausrüstung für den Cascade Tunnel von der General Elect. Co. geliefert werden. Das Kraftwerk, 48,3 km vom Tunnel entfernt, am Mannchee River, wird zwei 2000 KW-Drehstromgeneratoren für 25 Per./Sek. erhalten. Der Antrieb erfolgt durch Wasserturbinen. — Jede Lokomotive, die einen 500 t-Zug auf 2% Steigung mit einer Geschwindigkeit von 24,2 km/St. schleppen soll, wird mit drei 325 PS-Drehstrommotoren ausgerüstet. Lokomotivgewicht rd. 100 t. Länge des Tunnels = 4,4 km, Steigung im Tunnel = 1,6%. Bei Talfahrt sollen die Motoren der Lokomotiven auf das Kraftwerk zurückarbeiten.

Über den Bau und die Elektrisierung der Mariazeller Bahn. Vortrag von Oberbaurat Engelmann. (E. u. M., Wien, 5. Jan. 1908, S. 13.)* Im Jahre 1907, bis Ende September, wurden mit 8 Lokomotiven, 54 Personenwagen und 54 Güterwagen auf der beinahe 100 km langen Linie St. Pölten—Mariazell 336234 Zug-km geleistet. Da die Verlegung eines zweiten Gleises wegen der hohen Kosten undurchführbar, die Erhöhung der Geschwindigkeit beim Dampfbetrieb ausgeschlossen ist, kann die Strecke nur durch Einführung des elektrischen Betriebes noch leistungsfähiger gemacht werden. Zur Erzeugung des Betriebsstromes sollen die Wasserkräfte der Lassing und der Erlauf ausgenutzt werden, deren veränderliche Wasserverhältnisse durch große Stauweiher ausgeglichen werden. Das Kraftwerk bei Wienerbruck und das bei Trübenbach leistet je 2500 PS. Rechnet man hierzu das mit zwei Dieselmotoren von je 800 PS auszurüstende Ersatzkraftwerk in St. Pölten, so wird eine Gesamtleistung von 6600 PS erreicht werden. Die Gesamtkosten des ganzen Werkes (Kraftwerke Wienerbruck, Trübenbach, St. Pölten, Stauweiheranlagen und Hochspannungsleitungen) betragen M. 4250000. Es kostet die hydraulisch ausgebaute PS im Werke M. 570, einschließlich Fernleitungen M. 735, einschließlich Ersatzkraftwerk M. 850. Es sind 17 vierachsige Lokomotiven vorgesehen, jede ausgerüstet mit zwei Wechselstrommotoren von je 175 PS Dauerleistung, zwei Oltransformatoren 6000/150—300 Volt und zwei Bügelstromabnehmern. Alle Achsen sind Triebachsen. Die Motoren sind wegen der Schmalspur (0,76 m) außerhalb der Triebräder angeordnet und wirken mittels Kurbeln und Triebstangen auf die Triebachsen. Preis einer Lokomotive: M. 60000 bis 64000, Gewicht: 30 t. Fahrgeschwindigkeit je nach Zuggewicht und Steigung 30 bis 40 km/St. Die Stromerzeugungskosten werden sich stellen: Für den Bahnstrom auf 4,4 Pf., für Privatkonsum auf 4,8 Pf. Die Stromabgabepreise werden betragen: für die Industrie M. 192 für eine 24stündige und M. 144 für eine 12stündige Jahres/PS.

1500 Volt Continuous-Current Railway in the Misoscer Valley. (Elect. Enging., 9. Jan. 1908.) Die Bahn verbindet bei 31 km Länge die Städte Bellinzona und Mesocco und steigt kontinuierlich mit 6,6% Höchststeigung an. Züge von 50 t Gewicht werden mittels Motorwagen mit 19,5 km/St. auf der höchsten Steigung und mit 38 km in der Ebene befördert. Zur Kraftlieferung dient ein Wasserkraftwerk in Cebbia an der Moesa oberhalb von Mesocco, in welchem ein Gefälle von 300 m bei 0,5 cbm sekundlicher Wassermenge ausgenutzt wird; die gußeiserne Hochdruckrohrleitung ist 1600 m lang. Im Kraftwerk stehen derzeit zwei Peltonturbinen von je 1000 PS bei 500 Umdr. pro Min., von welchen jedes je einen 420 KW-Drehstromgenerator für 1000 Volt bei 50 Perioden und eine Gleichstromdynamo von 275 KW bei 1600 Volt direkt antreibt unter Zwischenschaltung eines Schwungrades; an die Gleichstrommaschine ist ein 13 KW, 70 Volt-Erreger direkt angebaut. Die maschinelle Einrichtung stammt von der Firma Oerlikon. Der hochgespannte Gleichstrom wird dem Fahrdraht unmittelbar durch ein 1,3 km langes Speisekabel (100 qmm) zugeführt, während Drehstrom zum Betrieb eines 22 km von Mesocco entfernten Umformerwerkes benutzt wird. Letzteres enthält einen 400 PS-Motorgenerator, bestehend aus Asynchronmotor für 9000 Volt, 50 Perioden, 490 Umdr. pro Min. und Gleichstromgenerator für 1550 Volt. Die Übertragungsleitung besteht aus 6 Kupferdrähten von 4,5 mm Durchmesser und ist an Holzmasten mit je 30 m (in Kurven in 16 m) Abstand angebracht. Der Fahrdraht, 9,5 mm, ist in 6 Sektionen unterteilt, welche durch ein absenkbares Zwischenstück miteinander derart verbunden sind, daß ein ununterbrochener Stromübergang zu jedem der beiden Stromabnehmerbügel gesichert erscheint. Die Leitung ist in je 2 km Abstand durch geerdete Blitzschutzapparate geschützt. An Straßenkreuzungen ist der Fahrdraht stromlos und der Strom durch ein Kabel geführt.

Die Motorwagen haben zwei Abteilungen, II. und III. Klasse, mit 12 bzw. 39 Sitzplatzen, jede der vier Achsen wird von einem 66 PS-Reihenschlußmotor für 750 Volt mit Zahnradübertragung 1:4,5 angetrieben. Je zwei Motoren sind dauernd in Reihe geschaltet. Die Steuerung für Reihenparallel-Vielfachschaltung geschieht, wie bei der Rheinuferbahn Köln—Bonn, mittels Kontaktschützen mit Batteriestrom.

Railway Electrification. Vortrag von Kapp am 18. Jan. 1908 in der Royal Institution. (Nach The Times Enging. Supplement, Nr. 152, 22. Jan. 1908.) Auf der New York Central sind 458 km Gleise mit einer sich gut bewährenden Stromzuführungsschiene ausgerüstet, welche der Stromabnehmer nicht von oben, sondern von unten berührt. Diskussion der verschiedenen Bahnsysteme, Elektrisierung der Staatsbahnen in Italien, der Schweiz und Schweden. Hier werden die Kohlen mit M. 22/t bezahlt, was neben den ungeheuren Wasserkräften auf eine Elektrisierung hinweist; dagegen sprechen die großen Entfernungen und die geringe Dichte der Bevölkerung (12 Einwohner auf 1 qkm). Die schwedische Regierung hat praktische Versuche angestellt mit zwei kurzen Linien bei Stockholm. In Tounteboda wurde ein Kraftwerk errichtet mit zwei De Laval-Turbogeneratoren von je 270 PS, die einfachen Wechselstrom von 600 Volt und 25 Perioden erzeugen. Keine andere Stromart erschien geeignet, weil bei den riesigen Entfernungen sehr hohe Fahrdrahtspannungen erforderlich sind. Die Spannung wird im Kraftwerk heraufransformiert; es können Spannungen von 5000—37000 Volt erreicht werden. Die schwedische Regierung hat unterdessen drei Wasserkräfte mit einer Leistung von 24600 PS angekauft, so daß zusammen mit den Trollhätta- und Elfkarlebyfällen 50000 PS für etwa 2100 km südschwedische Bahnen zur Verfügung stehen. Fünf große Kraftwerke

und 37 Unterwerke sind geplant. Für die gegenwärtigen Bedürfnisse würden diese Wasserkräfte ausreichen; bei einer Zunahme des Verkehrs um 60 % bis zum Jahre 1920 müßten die Kraftwerke durch Dampfanlagen (Brennstoff Braunkohle) unterstützt werden, so daß die Gesamtleistung der fünf Kraftwerke an Wasser- und Dampfturbinen etwa 80000 PS betragen würde. Spannung im Fahrdraht 15000, in den Speiseleitungen 50000 Volt. Kosten der Kraftanlage, einschließlich Ankauf der Wasserrechte M. 31,4 Mill.; Kosten der Speiseleitungen, Unterwerke und der elektrischen Ausrüstung der Strecke M. 53,4 Mill., d. h. etwa M. 25000 für 1 km Gleis. Hierzu kommen noch die Anschaffungskosten für die elektrischen Lokomotiven.

The Washington, Baltimore and Annapolis Single Phase Railway. (Street R. Journ., 15. Febr. 1908, S. 240.)* Schnellbahn zur Verbindung der drei Städte, von welchen Washington und Baltimore außerdem noch durch zwei Dampfbahnen verbunden sind. Gesamte Gleislänge (einfach) 155 km. Preis eines Billets zwischen W. und B. im Dampfbetrieb $ 1, im elektrischen Betrieb 75 Cts. für einfache und $ 1,25 für Hin- und Rückfahrt. Einzelheiten über Bahnkörper und Oberbau, Vielfachaufhängung, Stromabnahme für Wechsel- und Gleichstrom, letztere in den Städten. Jeder Wagen erhält 4 Kohlenstromabnehmer, wovon 2 für jede Richtung. Bisher wurden trotz der hohen Geschwindigkeit gute Erfahrungen mit den Rollen gemacht. Von den beiden Stromabnehmern an jedem Ende ist ein längerer für die Hochspannung, ein kürzerer für die Niederspannung bestimmt. In Annapolis ist die Oberleitung zufolge behördlicher Anordnung zweipolig. Der Hochspannungs-Stromabnehmer liegt hierbei am positiven Pol, derjenige für Niederspannung am negativen Pol. 4 Motoren der G. E. A. —603—Type von je 125 PS pro Wagen. Auf den Gleichstromstrecken sind alle vier Motoren hintereinander geschaltet. Stromerzeugung durch die Potomac Power Comp. in Washington. 6600 Volt Drehstrom, welcher durch sieben 800-KW-Transformatoren in Zweiphasenstrom umgewandelt wird. Die E. M. K. der einen Phase ist 6600 Volt, die der anderen 33000 Volt. Letztere wird nach dem Unterwerk in Academy Junction übertragen, wo sie auf 6600 Volt herabgesetzt und mit welcher Spannung die Oberleitung gespeist wird.

2. Stadt- und Vorortbahnen.

The Milwaukee Northern Railway. (Street R. Journ., 7. Dez. 1907, S. 1103.)* Am 28. Oktober eröffnete Bahnlinie zur Verbindung von Milwaukee mit einigen nördlich gelegenen Städten. Bahnlänge 48 km, nach vollständigem Ausbau 130 km. Von besonderem Interesse ist die Anordnung des Kraftwerkes in Port Washington mit drei Gasdynamos von je 1000 KW., Spannung 405 Volt Wechselstrom, 25 Perioden. Jede Maschine hat vier Zylinder in Tandem-Zwillingsanordnung, 107 Umdr./Min., Einzelheiten der Bauart. Die Belastung schwankt zwischen halber und $1\frac{1}{2}$facher Last und noch höheren Spitzen. Angaben über die Gaserzeugung, elektrische Einrichtung, Unterwerke, Betriebsmittel und Betrieb.

Budapest Vacz—Gödöllöer elektrische Vizinalbahn. (E. und M. Wien, 15. Dez. 1907, S. 982.) In der unlängst im ungar. Handelsministerium abgehaltenen Verhandlung über die Bedingungen der Konzession dieser Bahn wurden die wirklichen Bau- und Ausrüstungskosten der 50 km langen Eisenbahn auf M. 7200000 veranschlagt. Zur Abwicklung des Verkehrs (täglich 10 Zugspaare) werden elektrische Lokomotiven und elektrische Motorwagen verwendet, und zwar erstere mit einer höchsten Fahrgeschwindigkeit von 40, letztere von 50 km/St. Der Betrieb soll nach dem Hochspannungswechselstromsystem eingerichtet werden.

The Indianapolis and Louisville 1200 Volt Direct Current Line. By John R. Hewett. (Street R. Journ., 4. Jan. 1908, S. 4.)* Bahnlinie Seymour—Sellersburg, welche als erste in Amerika mit hochgespanntem Gleichstrom von 1200 Volt betrieben wird. Kraftwerk in der Mitte der Linie, Stromerzeugung durch zwei 600-Volt-Compoundgeneratoren in Reihenschaltung, welche auf einer gemeinsamen Welle sitzen. Länge der Linie 66 km; eingleisig mit Ausweichen in 4,8 km Entfernungen. Die Wagen sind mit 4 G. E. 205-Wendepolmotoren von 75 PS für 600 Volt ausgerüstet. Je 2 Motoren werden in Reihe geschaltet. Einzelheiten der Steuerung und der Apparate.

Single-Phase Equipment of the Windsor, Essex and Lake Shore Rapid Railway. By S. C. de Witt. (Street R. Journ., 11. Jan. 1908, S. 38.)* Erste Wechselstrombahn in Kanada zwischen Windsor und Kingsville, 45 km lang. Im Bau begriffene Erweiterung bis Leamington, 14,5 km lang. Nahezu wagrechte Strecken ohne Krümmungen. 5 Triebwagen, 16,7 m lang. Jeder Triebwagen erhält nur einen Beiwagen. Pro Wagen zwei 160 PS-Westinghouse Nr. 132 Motoren. Einzelheiten der Wagen-Konstruktion, Pantograph-Stromabnehmer. Fahrdrahtspannung 6600 Volt, Vielfachaufhängung, Kraftwerk in Kingsville mit zwei direkt gekuppelten Wechselstrom-Westinghouse-Generatoren von je 500 KW Unterwerk 29 km vom Kraftwerk entfernt. Spannungsumsetzung von 13200 auf 6600 Volt durch einen 300 KW Transformator.

5. Transportanlagen für Massengüter.

Die Drahtseilbahn Oettingen—Differdingen der Deutsch-Luxemburgischen Bergwerks- und Hütten-Akt.-Ges. Von Ing. A. Pietzkowski, Köln. (Glückauf, 14. Dez. 1907, S. 1671.)* Die Bahn dient zum Transport der Kiseneryze von den Gruben bei Öttingen nach den Hüttenwerken in Differdingen und ist 12,8 km lang. Das Gesamtgefalle beträgt 15 m. Als Tragseil dienen patentverschlossene Stahldrahtseile von 45 mm Durchmesser und 110000 kg Festigkeit, die in fünf Abschnitten, deren jeder besondere Spannvorrichtungen besitzt, verlegt sind. Das Zugseil hat 20 mm Durchmesser und 26000 kg Zugfestigkeit. Die Beladestation besteht aus Füllrümpfen, die mittels eines Kreiselwippers gefüllt werden. Dieser faßt gleichzeitig 5 Grubenwagen und besitzt elektrischen Antrieb. Der Antrieb der Bahn erfolgt in einer Winkelstation in der Mitte der Strecke durch einen 150 PS Drehstrommotor, der von den 7,6 km entfernten Hüttenkraftwerk mit 5000 Volt gespeist wird. Die Entladung der Wagen erfolgt automatisch in Füllrümpfe von 1000 t Inhalt. Die Wagen fassen 750 kg Erz und laufen mit einer Geschwindigkeit von 2,5 m/Sek. Gesamtleistungsfähigkeit der Bahn bis zu 150 t pro Stunde.

D. Bau der Strecke.

2. Stromleitung.

Transmission Lines and Third Rail Equipment of the West Shore Railway between Utica and Syracuse.

(Elect. Enging. 2. Jan. 1908.) Der elektrische Betrieb erstreckt sich auf 70 km Gleislänge, es verkehren Schnell-, Personen- und Lastzüge, erstere mit $1^1/_2$ St. Fahrzeit ($1/_2$ St. hiervon Stadtstrecke), in einstündigen Intervallen. Zur Kraftlieferung dient ein Wasserkraftwerk, in welchem Drehstrom 2200 Volt, 40 Perioden erzeugt, mit 60000 Volt nach vier Unterstationen übertragen, daselbst auf 370 Volt transformiert und mittels 800 KW Drehumformern auf 600 Volt Gleichstrom umgewandelt wird, für direkte Speisung mittels dritter Schiene. Die Übertragungsleitung ist 160 km lang, in zwei getrennten Leitungsanlagen geführt. Das erste System für eine Unterstation, 6 blanke Kupferleiter von je 80 qmm, an Stahltürmen (3 Typen, 2, 2,5 und 4 t Gewicht) mit 120—220 m Spannweite befestigt, Blitzschutz mittels durchlaufenden geerdeten Leiter gleichen Querschnitts, Viermantelisolatoren 38 cm hoch, 45 cm Durchmesser, 20 kg Gewicht, Drahtabstände gegen 1,8 m. Das zweite Übertragungssystem für 3 Unterstationen, 3 Leiter 50 qmm², einfachen Blitzschutzapparaten, 150 m Spannweiten der Stahlmasten, Drahtabstände je 2,1 m. Die gedeckten, verkehrten Stromschienen weichen ihrer Lage nach von der normalen Type ab, wie in Fig. 405 ersichtlich ist, und wiegen bei

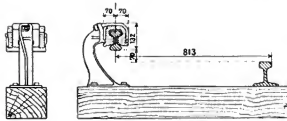


Fig. 405. Anordnung der Stromschiene.

10 m Länge je 320 kg; der Widerstand beträgt 0,0308 Ω pro km. Die Schienenverkleidung besteht teils aus Holz, teils aus Fiber (an den Konsolen), welche letztere auf 5000 Volt geprüft ist. Die gußeisernen Konsolen stehen in 3,4 m gegenseitigem Abstand. Die Schienenisolatoren sind aus Halbporzellan, einer Mischung von Ton und Porzellan, hergestellt, welches die erforderlichen elektrischen und mechanischen Eigenschaften besitzt; Isolationswiderstand 10 Megohm trocken, 0,2 Megohm naß, Druckfestigkeit 38000 kg, Zugfestigkeit 6500 kg. Die Schienen sind in gewissen Abständen zu beiden Seiten der Isolatoren mittels Stehbolzen verankert. Die Stromschienen können nur an den Speisepunkten von der Schalttafel aus abgeschaltet werden. Die Motorwagen besitzen vier Motoren zu 75 PS für Sprague-G. E. Vielfachschaltung.

High-Tension Insulators. C. E. Delafield. (The Electrical Magazine, Vol. IX, Nr. 1, 15. Jan. 1908.) Eine Kraftübertragung in Kalifornien mit 60000 Volt Betriebsspannung über eine Entfernung von 340 km war nur ausführbar unter Aufwand von vielem Kupfer und Zulassung großer Leitungsverluste im Betrieb. Verfasser tritt, um über noch größere Entfernungen beträchtliche Energiemengen wirtschaftlich fortleiten zu können, für eine weitere Erhöhung der Spannung über 60000 Volt ein. Transformatoren und Schaltanlagen lassen diese Spannungserhöhung ohne weiteres zu, die bisher nur gescheitert ist an dem Mangel an einem genügendem Isolator. Verfasser ist der Ansicht, daß der bisher übliche Glockenisolator mit senkrechter Stütze für Betriebsspannungen über 60000 Volt praktisch nicht mehr ausgeführt werden kann und daß für höhere Spannungen nur noch hängende Isolatoren in Frage kommen. Die Prüfung soll im trockenem Zustande mit der dreifachen Betriebsspannung erfolgen. Einzelheiten über die Zusammensetzung von Porzellanisolatoren, Herstellung und Prüfung.

4. Wagenschuppen und Werkstätten.

New Car House Construction in New York. (Street R. Journ., 8. Febr. 1908, S. 205.)* Erneuerung der durch Feuer zerstörten Wagenhalle der New York City Eisenbahn-Gesellschaft in der 146. Straße und Lenox Avenue. Der Plan wurde dadurch erschwert, daß wegen des teuren Bodens die Wagen in zwei Stockwerken untergebracht und Revisionsgruben angelegt werden müssen. Das Gebäude hat eine Grundfläche von 61 × 198 qm und ist in der Längsachse in vier durch feuersichere Mauern getrennte Abteilungen unterteilt; Einzelheiten über die Bauart. Die Wagen werden von der Lenox Avenue durch sechs Weichen hereingeführt, von denen zwei zu je einem Aufzug für zwei Wagen führen. Mitteilungen über Anordnung der einzelnen Räumlichkeiten. Querschnitte durch die Eisenkonstruktionen.

E. Bau der Fahrzeuge.

2. Das Fahrzeug und seine mechanischen Einzelteile.

The Brooklyn Rapid Transit Company's Type „1400" Elevated Car. (Street R. Journ., 8. Febr. 1908, S. 213.)* Halbverwandelbarer Hochbahnwagen neuester Gattung, von welcher 100 Stück in Betrieb kommen. Gesamtlänge 15,06 m. Längs- und Quersitze für 54 Fahrgäste, außerdem 85 Stehplätze. Breite über die Wasserrinnen 2,67 m, Höhe 3,23 m. Grenzbreite zwischen den Längssitzen 1,28 m, zwischen den Quersitzen 0,5 m. Einzelheiten über Aufbau und Material. Die beiden Motoren sind auf einem Drehgestell untergebracht, während das andere Drehgestell keinen Antrieb besitzt. Die Räder des ersteren haben 86 cm, die des letzteren 78 cm Durchmesser. Abstand der Triebräder 2,03 m, der Laufräder 1,67 m. Abstand der äußeren Achsen 11,95 m. Westinghouse-Wendepolmotoren, Type 300, von je 200 PS. Betriebsspannung 550—600 Volt, die zeitweise auf 800 Volt gesteigert werden kann. Gewicht eines Motors ohne Zahnräder 2480 kg, Gewicht der letzteren einschließlich Kasten 250 kg, Ankergewicht 910 kg. Übersetzung 19 : 64. Fahrplangeschwindigkeit 22,5 km St. Leergewicht des Wagens 32,6 t, Gewicht des Wagenkastens 12,3 t, des Motordrehgestells mit Kontaktschuhen und Getriebe 5,8 t, des Laufradgestells mit Kontaktschuhen 4,2 t.

Semi Convertible Cars for Cleveland. (Street R. Journ., 15. Febr. 1908, S. 238.)* Wagen von außergewöhnlichen Plattform-Abmessungen. Länge des Wagenkastens über die Eckpfeiler 9,3 m, über die Plattformen 13,7 m. Die vordere Plattform ist so abgeteilt, daß sie einen abgeschlossenen Führerstand bildet, während für Fahrgäste noch Raum zum Betreten des Wagens durch die vordere Stirnwand verbleibt. Die hintere Plattform ist 2,6 m lang und nur von der rechten Seite zugänglich. Einzelheiten des Aufbaues und maßstäbliche Figuren.

Herausgegeben von Professor Dr.-Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet
ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN
CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat GUERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; L. C. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHORLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Kertenhof; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **4. Juli 1908.** **Heft 19.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18, bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zusendung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusehen ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151

INHALT:

Über die Einführung des elektrischen Betriebes auf den Bayerischen Staatseisenbahnen. Von Prof. Dr.-Ing. W. Reichel. (Schluß.) S. 369.

Die Versuche mit elektrischem Betrieb der Schwedischen Staatsbahnen. S. 370.

Das Uppenbornkraftwerk. Von H. Nieß, Regierungsbaumeister K. Dautscher. (Fortsetzung.) S. 373.

Sollen die städtischen Betriebe, wie Straßenbahnen, Wasser-, Gas- und Elektrizitätswerke, die kameralistische oder die kaufmännische Buchführung verwenden? Von Oberingenieur A. Schulte. S. 382.

Kleine Nachrichten. S. 385. Aus der Rechtsliteratur: Ein städtisches Elektrizitätswerk ist eine Fabrik. — Haftpflichtfalle.

Neue Bücher. S. 386.

Zeitschriftenschau. S. 386.

Anhang: Die neuen Verbandsvorschriften und das Stahlrohrsystem von Peschel. Von Hermann Cahen. S. 389.

Über die Einführung des elektrischen Betriebes auf den Bayerischen Staatseisenbahnen.[1])

Von Prof. Dr.-Ing. W. Reichel. (Schluß.)

In den vorangegangenen Abschnitten sind aus der Denkschrift, welche eine sehr fleißige und sehr schätzenswerte Arbeit des Starkstromreferates[2]) darstellt, und aus dem sonstigen zur Verfügung gestellten amtlichen Material die wesentlichsten Teile in gedrängter Übersicht vom Verfasser dieses mitgeteilt worden, so daß die Leser an Hand derselben sich recht wohl selbst ein Urteil über den großen Wert der ganzen Arbeit bilden können, den sie nicht bloß für die Behandlung der Entwürfe zukünftiger bayerischer elektrischer Staatseisenbahnen, sondern auch beliebiger Vollbahnen hat. Indessen sei es doch noch gestattet, zum Schlusse nach beendeter Darstellung des Ganzen durch einige kritische Bemerkungen auf besonders hervorzuhebende Einzelheiten der Denkschrift hinzuweisen.

Schon die Einteilung zeigt deutlich, welche Überlegungen **allgemeiner Art** bei Entwürfen von Vollbahnen der Reihe nach anzustellen sind, nämlich daß man sich bei solchen Entwürfen zu fragen hat:

I. Was braucht man an elektrischer Arbeit, wie berechnet man diese?
II. Was wählt man am besten für eine Stromart zur Zuführung der elektrischen Arbeit?
III. Was kostet dann der elektrische Betrieb?

Dem, was die klare Einteilung an Deutlichkeit in Aussicht stellte, wird durch die vorgenommenen Betrachtungen voll und ganz entsprochen.

Nach Angabe der streng wissenschaftlich begründeten genaueren Grundlagen und Verfahren zur Berechnung des Arbeitsbedarfes für ganze Eisenbahnnetze — erläutert durch einige Rechnungsbeispiele, wobei auch jede Art von Nebenverbrauch für Bremsung, Zugbeleuchtung, Heizung, Verschubdienst in Betracht gezogen ist — wird die nötige elektrische Arbeit, der Kraftbedarf, berechnet, wobei der Arbeitsrückgewinn auf Gefällen ebenfalls mit berücksichtigt wird. Die Berechnung fordert nun die für Haupteisenbahnen besonders wichtige Erscheinung des sog. Spitzenbedarfs zutage, deren Bedeutung klar erkannt wird. Sie bedingt teils hydraulische, teils elektrische Akkumulierung, die beim Entwerfen unbedingt vorgesehen werden muß. Die Verhältniszahl des Spitzenbedarf, zum Mittelbedarf wird zu rund 3 ermittelt und muß möglichst günstig gestaltet werden. Wenn schon die Feststellung dieser Tatsachen an sich sehr bedeutungsvoll ist, so gewinnt aber die elektrisch rechnerische Behandlung eines ganzen Hauptbahnnetzes (des bayerischen) noch mehr an Interesse durch die Art der Zusammentragung des Arbeitsbedarfes von Güterzügen und Personenzügen in zwei Karten (vgl. Heft 14 und 16.) Hierdurch entsteht über die Belastung einzelner Strecken eine bildlich dargestellte Übersicht von einer so unübertrefflichen Deutlichkeit, wie sie bisher noch nicht bekannt geworden ist. Das Ergebnis der Berechnungen gipfelt in der Feststellung der für Bayern wichtigen und willkommenen Tatsache, daß selbst bei Berücksichtigung eines Verkehrzuwachses von 42% bis zum Jahre 1920 (vgl. graph. Darstellung Fig. 356) der berechnete Arbeitsbedarf von den vorhandenen

[1]) Von allen hier erschienenen Aufsätzen über diesen Gegenstand ist ein Sonderdruck erschienen (Verlag von R. Oldenbourg, München und Berlin).

[2]) des Kgl. Bayerischen Verkehrsministeriums.

Wasserkräften gedeckt werden kann. — Den neuartigen und lückenlos durchgeführten Berechnungen des Arbeitsbedarfs stehen die Betrachtungen über die Wahl der Stromart am Wertigkeit nicht nach. Zwar stimmen die meisten Elektroeisenbahner heute ohnehin schon darin überein, daß der einfache Wechselstrom für Bahnzwecke der Strom der Zukunft ist, aber es war bisher noch nicht unternommen worden, zwanglaufig nachzuweisen, daß diese Stromart für den Hauptbahnbetrieb tatsachlich die meisten Vorteile verspricht. Der diesbezügliche Abschnitt der Denkschrift bringt den erforderlichen Nachweis durch einwandfreien Vergleich der Stromarten Gleichstrom, Drehstrom, Wechselstrom durch Einzelbetrachtungen und durch eine Vereinigung dieser in einer übersichtlichen tabellarischen Zusammenstellung, (Tafel III, Heft 16), in der auch nicht nicht ein einziges Detail der Ausrüstung vergessen wurde. Hervorzuheben ist ein neuer Vergleich der anwendbaren Fahrdrahtspannungen bei Dreh- und Wechselstrom, wobei letzterer sich als bedeutend überlegen erweist, weil er mindestens 10000 Volt gestattet. Würde man die 44 Positionen der Tafel mit Punkten bewerten, so erhielte der Wechselstrom als Stromart des Hauptbahnbetriebes etwa eine Punktzahl von 100, Gleichstrom eine solche von 80, der Drehstrom etwa 75. Selbstverständlich sind Abweichungen hiervon, die andere Ziffern ergeben, für bestimmte Einzelausführungen sehr wohl möglich. Schade, daß eine solche Punktierung beim Kampf der Stromarten gegeneinander nicht auch noch vom Kampfgericht durchgeführt worden ist; doch muß der Vergleich späterhin noch wiederholt werden, wenn erst einmal Ziffern der Wartung und Unterhaltung, der Betriebsstörungen usw. vorliegen. In zehn Jahren wird sich vielleicht zeigen, ob der jetzige Vergleich richtig prophezeit hat.

Haben die beiden Abschnitte I und II der Ingenieurtätigkeit gegolten und den technischen Wissensdurst befriedigt, so wird der III. Abschnitt der nüchternen kaufmännischen Überlegung des Elektroeisenbahners gerecht. Ohne Wirtschaftlichkeit des elektrischen Bahnbetriebes kein Erfolg, daher Vergleich zwischen Dampfbetrieb, der bisher Überschüsse gezeitigt hat, und elektrischem Betrieb notwendig. Es ist sehr erfreulich, zu sehen, wie endlich einmal mit Gerechtigkeit und Unparteilichkeit eine Gegenüberstellung der Ausgaben versucht wird, wobei in der üblichen Weise die direkten Kosten für Betriebsmaterialien, Unterhaltung und Löhne und die indirekten Kosten für Erneuerungen, Verzinsung des Anlagekapitals etc. angesetzt sind. Völlig neu ist die Einführung eines »Maßstabes für die Wirtschaftlichkeit« und die Bildung des Begriffes **„kritischer Verbrauch“**, Schriftsätze von vielen Worten und Tabellen von vielen Ziffern können wohl auch ein Bild geben, nicht aber auch nur annähernd diejenige deutliche Übersicht, welche mit der Einführung des Begriffes des kritischen Verbrauches in die zeichnerischen Darstellungen der Figuren 374 bis 377 erreicht ist. Hiermit muß jeder sofort zur richtigen Erkenntnis der bei Hauptbahnen (z. B. in Bayern) vorliegenden Verhältnisse gelangen. Für Bayern wird auf diesem Wege die Erkenntnis erlangt, daß dessen südlicher Teil sich in erster Linie für die Einführung des elektrischen Betriebes eignet. Sieht man solches Ergebnis vor sich, so kann über den hohen Wert des eingeschlagenen Verfahrens für dergleichen Untersuchungen kaum noch ein Zweifel bestehen bleiben.

Dem allgemeinen Teil, dessen Inhalt als für beliebige Hauptbahnen gültig und als für beliebige Untersuchungen vorbildlich angesehen werden kann, stellt sich der besondere Teil würdig an die Seite, indem er einzelne bayerische Bahnen — die Denkschrift als wissenschaftliche Arbeit betrachtet — als Ausführungsbeispiele behandelt. Im Abschnitt IV (in der Zeitschrift B I genannt) werden für drei sogleich zu erbauende Linien Salzburg—Berchtesgaden, Garmisch—Scharnitz, Garmisch—Griesen, insbesondere für erstere, eingehende Untersuchungen über Anlagekosten und Betriebskosten mit vielen wertvollen Ziffern angestellt, deren Ermittelung sicher viele Mühe verursacht hat. Weitere Linien für spateren Ausbau sind ähnlich behandelt. Die Art der Aufstellung der Kosten spricht für sich; alles ist unparteiisch berücksichtigt, nichts ist außer acht gelassen, aber auch nicht zu viel ist zugunsten elektrischen Betriebes angesetzt. Für den Betrieb Salzburg – Berchtesgaden darf nach der Betrachtung mit Hilfe des kritischen Verbrauches die Kilowattstunde 4,9 Pf. betragen, für die Lokalbahn München—Gauting 4,7 Pf., für die Fernstrecken München—Garmisch und München—Schliersee 2,6 bzw. 2,35 Pf., höchst interessante Werte, die bei Ausnutzung von Wasserkräften wohl einzuhalten sind.

Den Kostenanschlägen liegen bestimmte technische Ausführungen zugrunde, deren Besprechung in den Anhang zur Denkschrift verwiesen ist (in der Zeitschrift unter B II behandelt). Aus ihrer Zusammenstellung ist deutlich das Bestreben zu erkennen, die neuzeitigen Erfahrungen und Erkenntnisse nach allen Richtungen hin zu benutzen und dabei von dem Grundsatze auszugehen: »das Beste und Robusteste ist für den Hauptbahnbetrieb gerade gut genug«. Hiernit fällt aber ein etwaiger Einwand, als wäre bei Aufstellung der Kostenanschläge nicht mit Vorsicht zu Werke gegangen oder als wären nicht genügend betriebssichere Einrichtungen in Betracht gezogen, d. h. als wäre für elektrischen Betrieb zu günstig gerechnet, völlig in sich selbst zusammen.

Nicht näher behandelt ist der Ausbau der Wasserkraftanlagen und Elektrizitätswerke, Abschnitt V (in der Zeitschrift B III). Das ist aber auch vorerst unnötig, da zwar der Ausbau hohe technische Leistungen zeitigen kann, aber mehr als einigermaßen normale und zeitgemäße, auf vorhandene Erfahrungen sich stützende Ausführung angesehen werden kann, der sich ganz von selbst ergeben wird und auch in der Denkschrift »Die Wasserkräfte Bayerns« schon durch eingehende Vorarbeiten aufgeklärt ist.

Die Schlußbetrachtung C gibt mit wuchtigen Einzelsätzen das wieder, was den Erfolg der Betrachtungen der Denkschrift darstellt und als wirklich denkwürdiges Ergebnis aller Untersuchungen endgültig zutage tritt. Man kann im Anschluß hieran nur wünschen, daß der zukünftige Erfolg die ausgesprochenen Behauptungen in jeder Hinsicht bestätigen und die Wirklichkeit die Voraussage noch übertreffen möge. Jedenfalls wird, was die Zukunft auch bringt, kaum jemals ein Zweifel in bezug auf die Ausführlichkeit und Richtigkeit der vorgenommenen lückenlosen Untersuchungen geäußert werden können, sondern bei sachgemäßer Prüfung wird jeder, gerade mit Rücksicht auf die neuartige Behandlung der ganzen Aufgabe, an das bekannte Sprichwort denken müssen, nach welchem Amerika, wo zurzeit ohne Zagen schon über 1500 km Wechselstrombahnen in Betrieb genommen sind, zwar das Land der unbegrenzten Möglichkeiten, Deutschland aber, dessen Untersuchungen gern allerorts zum Muster genommen werden, das Land der unbegrenzten Gründlichkeit ist.

Die Versuche mit elektrischem Betrieb der Schwedischen Staatsbahnen.

Die Versuche mit elektrischem Eisenbahnbetrieb, die von der Generaldirektion der Schwedischen Staatsbahnen

durchgeführt sind und von denen in dieser Zeitschrift schon mehrmals[1]) berichtet wurde, sind im Anfang dieses Jahres zu Ende gebracht. Anläßlich der Beendigung dieser Versuche ist nun von dem Leiter derselben, Herrn Bureau-Direktor R. Dahlander ein Bericht über die Ergebnisse dieser Versuche an die Generaldirektion abgegeben und von dieser an die Regierung weitergegeben worden.[2]) Diesem ausführlichen Berichte entnehmen wir folgende Zusammenfassung.

Im Dezember 1903 wurde von der Generaldirektion der Schwedischen Staatsbahnen vorgeschlagen, eine Versuchsstrecke in der Nähe von Stockholm für Versuche mit einfachem Wechselstrom einzurichten. Die Regierung erteilte ihre Zustimmung und der Reichstag 1904 bewilligte die erforderliche Summe von K 425 000 (etwa M. 480 000). In dem Bericht liefert Herr Dahlander eine Zusammenfassung der damaligen Stellung der Frage betreffs des elektrischen Betriebes der Vollbahnen und die Gründe dafür, daß das System mit einfachem Wechselstrom gewählt wurde, obwohl dieses gegenüber dem schon wiederholt ausgeführten Drehstromsystem erst neu hervortrat. Der Verfasser erörtert die Vor- und Nachteile dieser beiden Systeme in etwa folgender Weise. Im Kraftwerk werden die Generatoren billiger für Drehstrom als für Wechselstrom, dagegen die Schalteranordnung ein wenig billiger beim Wechselstromsystem. Die hochgespannten Speiseleitungen verlangen, unter Annahme derselben Spannung zwischen einem Draht und Erde, was ja der einzig richtige Vergleichsgrund ist, genau dasselbe Kupfergewicht in beiden Fällen; die geringere Anzahl Leitungen und Isolatoren beim Wechselstromsystem geben doch diesem den Vorzug vor dem Drehstromsystem. Bezüglich der Fahrdrahtleitungen ist ja ohne Zweifel das Wechselstromsystem überlegen, einmal wegen der beim Drehstrom vorliegenden Komplikation und Verteuerung durch die beiden Fahrdrähte und dann weil viel höhere Spannung beim Wechselstrom verwendet werden kann. Was schließlich die Motoranordnungen betrifft, so sind die Wechselstromkommutatormotoren durch ihre einfache Geschwindigkeitsregelung und durch die selbsttätige Änderung der Geschwindigkeit entsprechend der Belastung den Drehstrommotoren überlegen. Dazu kommt das einfache Parallelarbeiten zweier Wechselstrommotoren ebenso wie die Möglichkeit, dieselben Motoren mit Gleichstrom zu treiben. Dagegen haben die Drehstrommotoren die Vorteile von einfacherer Konstruktion, niedrigerem Gewicht und Preis. Werden die Drehstrommotoren für mehrere Geschwindigkeiten ausgeführt, so muß man mehr oder weniger vollständig auf diese Vorteile der Einfachheit und Billigkeit verzichten. Das pulsierende Drehmoment des Wechselstrommotors ist von sehr unwesentlicher Bedeutung, da wegen der lebendigen Kraft des Motors die Zugkraft am Rad nur unwesentlichen Schwankungen unterzogen ist. Auch die Rückgewinnung der elektr. Arbeit beim Drehstrom, die bei den Bergbahnen große Bedeutung haben kann, hat bei den normalen Steigungsverhältnissen der Schwedischen Staatsbahnen wenig Bedeutung. Schließlich haben die Drehstrommotoren die Schwierigkeit des Parallelarbeitens, wenn nicht alle Motoren durch Kuppelstangen vereinigt sind, und dazu ist der Drehstrommotor bedeutend mehr empfindlich gegen Spannungsabfälle.

Der Verfasser faßt nun die Vor- und Nachteile der Systeme so zusammen, daß bezüglich des Kraftwerkes das Drehstromsystem etwas besser ist, wogegen das Wechselstromsystem in bezug auf die Leitungen sehr bedeutende Vorteile bietet. Bezüglich der Lokomotiven gibt es Vor- und Nachteile auf beiden Seiten. Bei den Verhältnissen der Schwedischen Staatsbahnen spielen die Leitungen und ihre Kosten eine sehr bedeutende Rolle und Berechnungen haben ergeben, daß das Wechselstromsystem mit etwa 10 000 oder 15 000 Volt wesentlich billiger wird als das Drehstromsystem mit 3000 oder 5000 Volt Spannung. Infolge dieser Schlüsse schlug der Verfasser vor, daß die Versuche nur das Wechselstromsystem umfassen sollten, und daß der Drehstrom nur in Frage kommen würde, wenn die Nachteile der Wechselstrommotoren sich ernster als vermutet herausstellen würden. Die Generaldirektion stimmte dieser Ansicht zu und die Versuchsanlage wurde dementsprechend ausschließlich für einphasigen Betrieb eingerichtet.

Das Kraftwerk wurde aus Rücksicht auf die Anlagekosten nur provisorisch ausgebaut. Das Gebäude wurde deswegen aus Holz ausgeführt, als Betriebskraft wurde Dampf gewählt, der mit Hilfe gewöhnlicher Lokomotivkessel hergestellt wird, und als Triebmotoren wurden zwei de Laval-Turbinen für je 225—270 PS verwendet. Die elektrischen Generatoren wurden mit dreiphasiger Wicklung ausgeführt und mittels zweier umschaltbaren Transformatoren wurde die Möglichkeit geschaffen, die Spannung zwischen 3000 und 20 000 Volt zu verändern, ebenso wie mit besonderen Schaltungen die Spannung für Spannungsproben bis auf 40 000 Volt zu steigern.

Überschläge in den für etwa 1000 Volt gewickelten Generatoren sind zweimal eingetroffen. Die Ursachen wurden beidesmal darauf zurückgeführt, daß die freien Enden der Wicklungen durch Kurzschlüsse auf der Strecke zusammengezogen wurden, wodurch Überschläge entstanden. Nachdem mechanisch steife Zwischenlagen zwischen den Wicklungen eingelegt waren, ist dieses nicht weiter vorgekommen.

Für die Spannungsregelung wurde nach dem bekannten Tirrill-Prinzip ein Regulator ausgearbeitet. Da die Belastungsschwankungen sehr groß waren, mußte es selbstverständlich auf große Schwierigkeiten stoßen, einen zuverlässigen und genug schnellwirkenden Regler zu konstruieren. Der gewöhnliche Schwingungsdämpfer mit Ölkatarakt wurde deshalb weggelassen, und um Schwingungen doch zu vermeiden, wurden die arbeitenden Hüpfer zu genau derselben Schwingungszahl abgestimmt. Abgesehen von gewissen Schwierigkeiten wegen großer Abnutzung der Kontaktstücke, die doch in der Hauptsache beseitigt werden konnten, hat der Regulator sich sehr gut bewährt.

In einem Anhang vom Herrn Professor Lindström werden verschiedene Proben mit den Generatoren und Transformatoren wiedergegeben. U. a. wird eine theoretische Untersuchung über die Einschaltestöße der Transformatoren gegeben.

Mit Oscillograph ausgeführte Proben zeigen, daß die Stromkurve im Erregerkreise des Generators aus einem Gleichstrom mit einem darüber gelagerten Wechselstrom von nicht unbedeutender Stärke besteht. Der Effektivwert bei niedriger Magnetisierung war z. B. um 12 % größer als der Mittelwert.

Die Fahrdrahtanordnungen der Versuchsanlage zeigen in ihrer Entwicklung den Gang von mehr verwickelten zu einfacheren und leichteren Formen. Die erste Strecke, Tomteboda—Albano, wurde mit doppelter oder einfacher Tragdrahtaufhängung, die Strecke Albano—Wärtan des Vergleiches wegen meistenteils mit einfachem Fahrdraht auf Querdrähte ohne Tragdraht ausgerüstet. Die Isolatoren wurden hier von Balken aus Façoneisen getragen. Der zunächst ausgerüstete Bahnteil Tomteboda—Järfva wurde mit einfachem Tragdraht ausgeführt, auf

[1]) Jahrg. 1906, Hefte 5, 6 und 22, 1907 Heft 17.

[2]) Erscheint in deutscher Übersetzung im Verlage von R. Oldenbourg, München und Berlin.

leichte Rohrstützen und Spanndrähte verlegt. Bei den zuletzt ausgeführten Leitungen auf den Stationen bei Järfva und Tomteboda wurde kein Tragdraht verwendet, sondern der Fahrdraht direkt auf drehbare Rohrausleger verlegt. Zwei Geleise der Strecke Tomteboda—Hauptbahnhof Stockholm wurden unabhängig davon mit einer Fahrdrahtaufhängung nach dem bekannten Örlikonsystem versehen. Die verschiedenen bei der Versuchsanlage gebrauchten Anordnungen sind aus den Figuren auf Seite 79 und 420, Hefte 5 und 22, 1906 und Seite 327, Heft 17, 1907 der Zeitschrift E. K. u. B. ersichtlich.

Bei diesen Versuchen mit verschiedenen Aufhängungsarten hat es sich herausgestellt, wie wichtig es im Interesse einer tadellosen Stromabnahme ist, daß der Fahrdraht überall seitlich gut verankert aber in der Höhenlage nachgiebig ist. In der Längsrichtung soll der Draht auch freibeweglich sein, so daß ein Nachspannen den Temperaturschwankungen entsprechend stattfinden kann.

Die Verwendung einer Kettenaufhängung wird allgemein dadurch begründet, daß man damit den Fahrdraht selber wenig beanspruche. Bei den Versuchen hat es sich aber herausgestellt, daß man auch in diesem Fall eine nicht unbedeutende Zugspannung in dem Fahrdraht haben muß, um eine gute Stromabnahme zu erzielen. Um aber die Zugspannung auch bei höchster Temperatur groß genug zu bekommen, ohne daß bei starker Kälte die Beanspruchung des Drahtes unzulässig groß wird, erwies es sich als notwendig, automatische Nachspannvorrichtungen sowohl bei Kettenaufhängung als bei direkter Aufhängung des Fahrdrahtes zu verwenden. Mit solchen Anordnungen mit Spanngewichten sind bei den Versuchen sehr gute Ergebnisse gewonnen worden. Der Fahrdraht hat dabei annähernd konstante Zugspannung von 8 kg/mm² gehabt.

Sowohl einfache als doppelte Isolation des Fahrdrahtes ist versucht worden. Das Verlegen der Isolatoren über die Spurmitte wurde weniger zweckmäßig befunden, weil die Isolation durch Ruß von den Lokomotiven rasch minderwertig wurde. Deshalb sind bei den neueren Konstruktionen der Fahrdrahtaufhängung die Isolatoren immer seitlich am Maste verlegt worden.

Für die Streckentrennung hat sich eine Anordnung mit parallelen oder gekreuzten Drähten mit Luftisolation am besten bewährt. Die im Fahrdraht eingeschalteten Streckenisolatoren aus Porzellan erwiesen sich als nicht zweckmäßig, erstens wegen des Gewichts und zweitens, weil die Isolatoren durch Rauch etc. mit der Zeit unzuverlässig wurden.

Als Isolationsmaterial ist hauptsächlich Porzellan verwendet worden. Das Braunglasieren ist dabei sehr zweckmäßig gefunden, indem kein braunglasierter Isolator durch Steinwerfen zerschlagen worden ist, während eine große Zahl weißglasierte beschädigt worden sind. Die Isolatoren sind durchgehend mit Bleizement auf den Stützen befestigt. Besondere Untersuchungen sind ausgeführt, um die beste Zusammensetzung des Zementes und dessen Zuverlässigkeit zu finden. Diese Untersuchungen zeigen, daß eine Zusammensetzung entsprechend 15—17 % wasserfreies Glyzerin und 83—85 % Bleiglätte am besten ist. Das Glyzerin soll dabei möglichst wasserfrei sein. Die Bruchgrenze dieses Zements betrug 2,5 bis 3,0 kg pro mm², also ungefähr dasselbe wie für Portlandzement, der Elastizitätsmodul etwa 250 kg pro mm² gegen etwa 1000 für Portlandzement. Es wurde auch gefunden, daß ein Frieren die Zugfestigkeit des Zements etwas herabsetzt, wogegen ein Erwärmen bis 100° etwas größere Festigkeit verleiht sowie auch natürlich eine gewisse Sicherheit gegen Zerspringen. Es wird deshalb empfohlen, die Isolatoren nach dem Befestigen der Isolatoreisen bis auf etwa 100° zu erwärmen.

Die Erfahrung bei den Versuchen hat deutlich gezeigt, daß im Betriebe befindliche Hochspannungsisolatoren sich durch Einwirkung des Stromes einigermaßen sauber halten, so daß wenn sie zu einem gewissen Grade von Ruß bedeckt werden, dieser wieder verzehrt wird. Vergleichende Versuche haben ergeben, daß in dieser Beziehung ein ganz bedeutender Unterschied besteht zwischen Isolatoren, die stromführende Drähte tragen und solchen die stromlos sind, und die sonst dem Rauche im gleichen Grade ausgesetzt sind. Um die Betriebssicherheit zu erhöhen, ist vorgeschlagen, zwei in Reihe geschaltete unabhängige Isolatoren zu verwenden, von welchen einer normal durch eine Schmelzsicherung kurzgeschlossen sein sollte. Bei einer solchen Anordnung würde doch der nicht stromführende Reserveisolator allmählich mit Ruß bedeckt werden, so daß wenn die Sicherung abbrennt ein Kurzschluß zu erwarten ist. Der Verfasser meint deshalb, daß eine solche Anordnung kaum die Betriebssicherheit erhöhen würde.

Ein Teil der Versuchsbahn wurde, wie erwähnt, mit Kontaktleitung nach dem Oerlikonsystem ausgerüstet. Die Stromabnehmer nach diesem System haben sich gut bewährt. Die Abnutzung der Stromabnehmer ist jedoch trotz des niedrigen Druckes, 0,7 kg, recht groß gewesen. Die Vorteile dieses Systems werden aus verschiedenen Gründen geschwächt. So muß z. B. der Fahrdraht, der auf freier Strecke seitlich verlegt werden kann, in Stationsanlagen über den Gleisen mit niedriger Höhe verlegt werden, was als gefährlich angesehen werden muß. Die Reserveleitung, die man bei diesem System durch Verwendung zweier Fahrdrähte bekommen sollte, einer auf jeder Seite, wird in der Praxis kaum zu erhalten sein, weil der Draht unter Brücken, in Tunnels usw. über die Gleise gespannt werden muß, und die Unabhängigkeit der beiden Leitungen dadurch verloren geht.

Über die Verhältnisse der Stromrückleitung sind mehrere Untersuchungen gemacht worden. Es hat sich dabei herausgestellt, daß ein sehr großer Teil des Stromes die Fahrschienen verläßt, und durch den Boden geht. Zwischen dem Erdstrom und dem Schienenstrom kann dabei eine bedeutende Phasenverschiebung entstehen. Es sind Fälle vorgekommen, wo für den Schienenstrom $\cos \varphi$ etwa 0,3 betrug. In gewissen Fällen haben nur 20 bis 30 % des Gesamtstromes den Weg durch die Schienen genommen, und der Rest von ungefähr 70 bis 80 % nahm wegen der Phasenverschiebung den Weg durch die Erde. Ein Versuch zur Vergrößerung des Erdstromes durch künstliche Erdung zeigte keine Wirkung. Wegen dieser großen Erdströme sind bei den Versuchen im allgemeinen keine Schienenverbindungen benutzt worden. Durch Unterbrechen beider Schienen eines Gleises können erhebliche Spannungen zwischen den Schienenenden entstehen, die im ungünstigsten Fall bis zu 2 Volt pro Amp. betragen können. Eine Anzahl Messungen zeigen, daß bei 25 Perioden und Schienen von 40,5 kg pro m der Schienenwiderstand ohne Kupferverbindungen etwa 0,1 bis 0,2 Ohm pro km Gleis beträgt, je nach der Güte der Erdleitung und der Länge der Strecke. Die Reaktanz pro km Schienenleitung ist etwa $0{,}12 + 4\,\pi\nu\,10^{-4} \ln \left(\frac{d'}{u}\right)$, wo ν die Periodenzahl, d' der Abstand zwischen Fahrdraht und Schiene und u der Abstand der Schienen bedeutet.

Die längs den Versuchsstrecken laufenden Schwachstromleitungen sind im allgemeinen nicht wesentlich gestört worden, was natürlich teilweise auf die Kürze der

Strecken zurückzuführen ist. Betreffs der Fernsprechleitungen beruht das gute Resultat auch zum großen Teil auf der vorzüglichen Ausführung dieser Leitungen, mit gekreuzten Drähten und guter Isolation.

Für die statische Ladung hat man in einer speziellen mit Hochspannungsisolatoren versehenen Telephonleitung bedeutende Werte gemessen, bis 5000 Volt bei 20000 Volt Fahrdrahtspannung. Durch Einschaltung von Entladespulen zwischen den Drähten und der Erde wurde doch diese Ladung vollständig weggenommen.

Der Bericht schließt auch eine sehr ausführliche theoretische Studie von Herrn Dr. H. Pleijel über Schwachstromstörungen ein. Genaue Berechnungsmethoden, die doch zu weitläufig sind um sie hier anzuführen, werden angegeben. Die Übereinstimmung dieser Berechnungsmethoden mit den bei den Versuchen gefundenen Werten wird konstatiert.

Bei den Versuchen wurden verwendet, eine zweiachsige 300pferdige Lokomotive von der Westinghouse Co., eine dreiachsige 300pferdige von den Siemens-Schuckertwerken und zwei Motorwagen zu je 230 PS von der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft. Jede Lokomotive oder Motorwagen hat auf der Versuchsbahn etwas mehr als 10000 km zurückgelegt.

Alle diese Motoren haben sich in der Hauptsache gut bewährt. Die Erfahrungen betreffs der Betriebssicherheit der Weehselstromkollektormotoren sind durchaus günstig und haben die Kommutatoren weder zu Störungen Anlaß gegeben noch während der Betriebszeit merkbare Abnutzung gehabt. Die Ölpumpen zur Schmierung der A. E. G.-Motoren haben eine wesentliche Ersparnis von Schmieröl ergeben. Ebenso hat es sich erwiesen, daß die künstliche Lüftung der Motoren deren Leistungsfähigkeit wesentlich erhöht, indem eine Herabsetzung der Temperatur der Motoren um etwa 20° durch die Lüftung erreicht wurde. Mit den Schaltapparaten sind wertvolle vergleichende Erfahrungen gewonnen. Von Stromabnehmern sind verschiedene Typen versucht worden, wie aus den Abbildungen Seite 97, Heft 6, 1906 dieser Zeitschrift hervorgeht. Unter diesen scheint doch die auf den Motorwagen verwendete Type die günstigsten Resultate ergeben zu haben. Die Porzellanisolatoren haben sich besser bewährt als Träger der Stromabnehmer als die Eisengummiisolatoren. Als Hochspannungseinführung wird entweder eine blanke Einführung durch offene Fenster oder auch durch einen Durchführungsisolator aus Porzellan empfohlen, da die Kabeleinführungen schwer so zu bauen sind, daß sie genügende Sicherheit bei hohen Spannungen (10000 bis 20000 Volt) bieten.

In dem Berichte sind vollständige Kurven für Strom, Spannung, Leistung, Phasenverschiebung, Geschwindigkeit und im allgemeinen auch Zugkraft für 16 Fahrten der Züge wiedergegeben. Der Wattstundenverbrauch pro Tonnen-km für eine Hin- und Rückfahrt auf einer 10 km Strecke schwankt dabei zwischen etwa 13,9 für einen 265 t schweren Zug mit einer Geschwindigkeit von 31,4 km pro Stunde, bis 19,8 bei 48,2 km pro Stunde und einem 144,5 t-Zug. Auf ganz kurzen Strecken steigert sich selbstverständlich der Verbrauch und beträgt z. B. 65 W.St. auf einer 0,5 km Strecke und 74 W.St. auf einer 0,3 km Strecke. Es ist zu bemerken, daß auf den Versuchsbahnen der allergrößte Teil aus Steigungen und Gefällen besteht, daß aber diese nur kurze Länge haben und miteinander rasch umwechseln, so daß im allgemeinen die dem Zuge in den Gefällen zugeführte Energie als kinetische Energie aufgespeichert und ausgenutzt werden kann.

Untersuchungen sind ausgeführt um die wirtchaftlichen Verhältnisse der elektrischen Wagenheizung im Vergleich zur Dampfheizung festzustellen. Es hat sich dabei gezeigt, daß der Arbeitsverbrauch 0,2 bis 0,3 KW pro Grad Temperaturuntersehied für Aufrechterhaltung der Innentemperatur eines Drehgestellwagens beträgt. Die erste Erwärmung fordert etwa $\left(0{,}3+\frac{40}{t}\right)\Theta$, wo t die Erwärmungszeit in Minuten und Θ die zu erreichende Temperatur in °C ist. Um mit Dampfheizung konkurrieren zu können, darf man den Strom mit höchstens 3 bis 3,5 Öre (rd. 3,3 bis 4 Pf.) pro KW.St. bezahlen.

In bezug auf die Periodenzahl wird die Ansicht ausgesprochen, daß für die schwedischen Verhältnisse eine niedrigere Periodenzahl als 25 größere Nachteile als Vorteile bietet und daß also die Zahl 25 die geeignetste zu sein scheine.

Der Verfasser drückt schließlich die Ansicht aus, daß das Problem betreffend den elektrischen Betrieb der Schwedischen Staatsbahnen infolge der technischen Fortschritte der letzten Jahre jetzt als technisch gelöst zu betrachten sei. Obwohl Detailverbesserungen wohl immer zu erwarten seien, scheine es kaum denkbar, daß ein einfacheres, besseres und billigeres System als das beim Versuche verwendete Wechselstromsystem in der nächsten Zukunft hervortreten werde. Es scheine deshalb kein Grund vorzuliegen, die Einführung des elektrischen Betriebes auf die Staatsbahnen aufzuschieben in Erwartung weiterer technischer Fortschritte.

Der Verfasser betont, daß von den Resultaten, die durch die Versuche gewonnen sind, ein großer Teil natürlich schon bekannt ist, obwohl die Erfahrung auf diesem neuen teehnisehen Gebiete auf viele Hände verteilt ist. Die Personen, welche den besten Überblick besitzen, sind gewöhnlich durch geschäftliche Rücksichten gebunden und veröffentlichen von ihrem Wissen nur dasjenige, das mit diesen Rücksichten übereinstimmt. Durch die Versuche habe die Generaldirektion der Staatsbahnen eine eingehende eigene Erfahrung und Detailkenntnis gewonnen und sei dadurch in der Lage, für künftige größere Anlagen zielbewußt die technischen Anordnungen festzustellen.

Die Generaldirektion der Staatsbahnen hat mit einem Schreiben den Bericht des Herrn Dahlander an die Regierung übersteicht und dabei ihre Absicht ausgedrückt, am Ende des Jahres die Resultate der Berechnungen über die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebes zu übergeben und dabei auch der Regierung Vorschläge betreffs Ausführung einer größeren Anlage zu machen. C. M.

Das Uppenbornkraftwerk.

Nach den Angaben und im Auftrag von **S. Meyer**, weiland zweiter Direktor der Münchener städtischen Elektrizitätswerke, bearbeitet von **H. Niesz**. — Der wasserbautechnische Teil behandelt von Herrn Regierungsbaumeister **K. Danischer**. (Fortsetzung.[1])

Betriebs- und Nebengebäude.

Da das Werk sehr abgelegen steht, wurde für den Werkmeister in unmittelbarer Nähe des Kraftwerkes ein Wohnhaus errichtet (Fig. 406). Es enthält außerdem ein Bureau, ein Wohnzimmer und ein Schlafzimmer für die Oberleitung der Werke. Das Haus, in ländlichem Stil gebaut, ist von einem Garten umgeben, in welchem sich eine kleine Stallung sowie ein Hühnerhof befinden.

Unweit vom Kraftwerk werden noch drei Arbeiterhäuser errichtet.

[1]) Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorenthalten.

Fig. 406. Betriebsgebäude.

Zur Unterbringung von Reservematerialien dient ein Schuppen in Fachwerksbau.

Die Freileitung.

Die zu übertragende Leistung beträgt rd. 4000 KW auf eine Entfernung von rd. 53 km.

Man entschloß sich, als Betriebsspannung 50000 Volt anzunehmen; dabei wurde der Umstand berücksichtigt, daß zwischen dem Uppenbornkraftwerk und München die Erbauung mehrerer Kraftwerke und deren Anschluß an die gleiche Leitung projektiert ist.

Nach der Wahl der hohen zum ersten Male in Deutschland angewendeten Spannung von 50000 Volt ergeben sich bei kleinem Querschnitte kleine Verluste.

Der Betriebssicherheit halber sind 2 Leitungen ausgeführt worden, die, vollständig voneinander getrennt, von eigenen Masten getragen werden.

Der Leitungsdraht ist als Kupferseil von 16 qmm Querschnitt ausgeführt, bestehend aus 7 Drähten zu 2,29 qmm. Der Abstand der drei Seile voneinander beträgt 1,4 m.

Normal sind beide Leitungen in Betrieb, dabei ist bei Vollast der Ohmsche Spannungsabfall ca. 1100 Volt, der induktive Spannungsabfall ca. 430 Volt. Der Leistungsfaktor beträgt 0,93 am Anfang und ∞ 1 am Ende der Leitung. Der Unterschied kommt von dem Ladungsstrome her, der 5 Amp. beträgt. Die Verluste betragen bei dieser Betriebsweise 5%.

Bei Störung der einen Leitung arbeiten beide Transformatoren auf die andere. In diesem Falle beträgt der Verlust 8%, der induktive Spannungsabfall 900 Volt.

Die mechanische, absolute Festigkeit des Leitungsdrahtes beträgt 38 kg pro qmm; die höchste Beanspruchung 7,6 kg pro qmm kommt bei — 25° C vor. Der Durchhang beträgt bei 50 m Spannweite und + 15° C 88 cm.

Die Isolatorenfrage wurde im Laboratorium der städtischen Elektrizitätswerke untersucht. Eine Anzahl Isolatoren wurde sowohl auf Durchschlagsfestigkeit als besonders auf Überschlagslänge mit Hilfe eines geeigneten Regenapparates geprüft.

Die Isolatoren (Fig. 407 u. 408) besitzen drei Flügel und bestehen aus zwei Teilen, die durch eine Glasurschichte getrennt sind, so daß sich letztere auch zwischen Draht und Bolzen befindet.

Die Isolatoren stammen zum Teil von der Porzellanfabrik Hermsdorf, (Fig. 407), zum Teil von der Fabrik Hentschel & Müller, Meuselwitz (Fig. 408).

Der Draht wird an den Isolatoren mittels eines halbkreisförmigen Kupferbundes aus einem Stück befestigt, der sich am Hals gut anpaßt.

Nachdem Draht und Isolatoren gegeben waren, wurde die Mastenfrage praktisch untersucht.

Es wurden vor der endgültigen Entscheidung einige teils selbst angefertigte, teils von Firmen bezogene Versuchsmaste aufgestellt, Leitungen an denselben montiert, durch angehängte Gewichte auf Zug belastet und längere Zeit belassen.

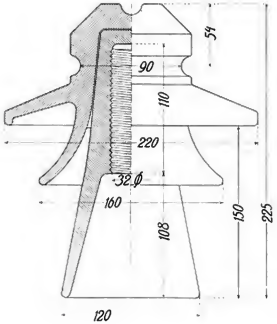


Fig. 407. Isolator von Hermsdorf.

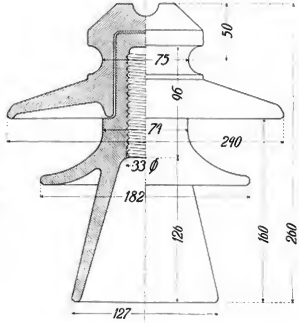


Fig. 408. Isolator von Henschel & Müller.

Die untersuchten Maste sind auf Fig. 409 dargestellt und waren:

ein doppelter Holzmast,
ein Stahlrohrmast,
ein Mannesmannrohr-Mast,
ein Gittermast und
ein Konstruktionsmast aus 2 I-Profilen.

Beim gleichzeitigen Abzwicken der an den Masten montierten Leitungsdrähte zeigte sich, daß der Konstruktionsmast aus I-Eisen im Vergleich mit den anderen Mastenarten am wenigsten ausbog. Ferner konnte beobachtet werden, daß die Stabilität des Konstruktionsmastes einem zur Leitungsrichtung senkrechten Zug gegenüber eine viel größere war wie bei den runden Masten, was die aufgestellten Tabellen der statischen Berechnungen der einzelnen Masten bestätigten.

Erwies sich der Konstruktionsmast schon infolge seiner Festigkeit als sehr geeignet, so mußten als weitere Faktoren zu seinen Gunsten noch seine Einfachheit, leichte Transportfähigkeit und Aufstellbarkeit anerkannt werden. Von den Holzmasten wurde schon von vornherein abgesehen, da sie bei dem zum größten Teil sumpfigen Terrain nur kurze Haltbarkeit versprachen und erfahrungsgemäß bei Blitzschlägen leicht entzündet oder gespaltet werden können.

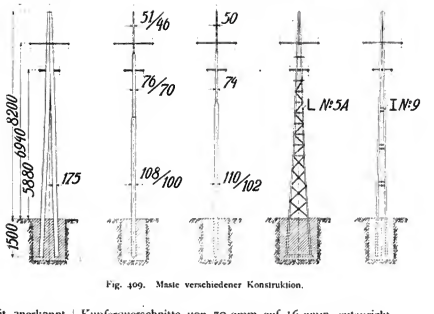


Fig. 409. Maste verschiedener Konstruktion.

	Holz M.	Stahlrohr M.	Mannesmannrohr M.	Gitter M	Konstr. M.
Wid.-M. in der Leitungsrichtung in cm³	990	32,2	33,9	353	52
Wid.-M. ⊥ zur Leitungsrichtung in cm³	5440	32,2	33,9	353	234
Zulässige Beanspruchung in kg	100	1800	2200	870	1800
Stückpreis in M. einschl. 2 Trav.	35.20	40,35	45.20	80,70	40,00

Wie schon erwähnt, ist die Übertragung weiterer Arbeitsmengen durch dieselbe Leitung projektiert. Da der Anschluß der verschiedenen Kraftwerke an verschiedenen Stellen längs der Leitung erfolgt, ist die Anwendung verschiedener Kupferquerschnitte wirtschaftlich. Dieser Umstand hat seine Berücksichtigung in der Weise gefunden, daß die an den verschiedenen Strecken zur Aufstellung kommenden Masten bereits für die stärkeren Leitungsquerschnitte berechnet sind. Der Abstufung der Kupferquerschnitte von 70 qmm auf 16 qmm entspricht eine Abstufung der Eisenprofile von I NP 14 auf NP 9.

Die verschiedenen Kupferquerschnitte werden jedoch erst bei der Erbauung der Kraftwerke montiert.

Schutznetze wurden nicht angewendet, vielmehr wurden bei Wegüberkreuzungen höhere Maste derart aufgestellt, daß im Falle eines Drahtbruches die herabhängenden Enden weder Personen noch Fuhrwerke in Gefahr setzen.

Auch ist an einer Stelle die sog. Hessesche Sicherheitskupplung montiert, da Versuche mit derselben befriedigt hatten.

Die Leitungen sind dreimal verdrillt, somit durch die Verdrillungsstrecken in vier Teile geteilt, von denen zwei je 17 km und die anderen 2 je 8 km lang sind, derart, daß in jeder Lage der drei Drähte 3 gleiche Strecken von 17 km vorhanden sind. So wird für jede der 3 Phasen die Kapazität und die elektrostatische Induktion auf der Fernsprechleitung gleich. Die Fernsprechanlage, die auch besonders verdrillt ist, wird später noch behandelt.

Eine solche Aufhebung der Unterschiede in den Kapazitäten wäre auch durch Anwendung von nur 2 Verdrillungen möglich gewesen. Die Anbringung von 3 Verdrillungen hat jedoch den Vorteil einer vollkommenen Drehung der drei Leitungen, so daß die Phasen in beiden Schaltanlagen wieder gleichgestellt sind.

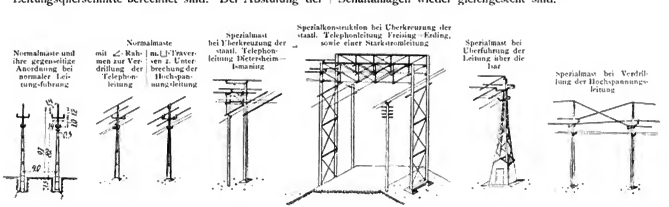


Fig. 410. Darstellung der auf der Fernleitungsstrecke Moosburg—München verwendeten Normal- und Spezialmaste.

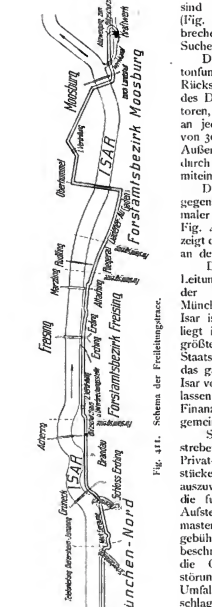


Fig. 411. Schema der Freileitungstrace.

In Abständen von rd. 1 km sind Trennstellen eingebaut (Fig. 410c), die das Unterbrechen der Leitung beim Suchen von Fehlern erleichtern.

Die Maste sind in ein Betonfundament eingebettet. Mit Rücksicht auf die Möglichkeit des Durchschlagens von Isolatoren, sowie Blitzschlägen, ist an jedem Mast eine Erdplatte von 30×30 cm angeschlossen. Außerdem sind alle Maste durch einen Eisendraht leitend miteinander verbunden.

Die Normalmaste und ihre gegenseitige Stellung bei normaler Leitungsführung stellt Fig. 410a dar. Fig. 410g zeigt die Anordnung der Drähte an den Verdrillungsstellen.

Der Hauptcharakter der Leitungstrace liegt darin, daß der natürliche Weg nach München derjenige längs der Isar ist. Dessen Hauptvorteil liegt in der Möglichkeit, den größten Teil der Leitung auf Staatsgrund zu führen, da fast das ganze Gebiet, welches der Isar vor ihrer Regulierung überlassen war, dem Kgl. Bau- und Finanzärar sowie der Kreisgemeinde Oberbayern gehört.

Somit konnte das Bestreben befolgt werden, allen Privat- sowie Gemeindegrundstücken soweit irgend angängig auszuweichen, nicht nur um die für die Genehmigung der Aufstellung von Freileitungsmasten zu zahlenden Servitutsgebühren auf ein Minimum zu beschränken, sondern auch um die Gefahren bei Leitungsstörungen durch Drahtbruch, Umfallen von Masten, Durchschlagen von Isolatoren usw. von den Privatgrundstücken abzuleiten, welche infolge der landwirtschaftlichen Bearbeitung von der Bevölkerung viel begangen werden. Nach Vorlage mehrerer Projekte fand die in Fig. 411 schematisch niedergelegte Leitungstrace die Genehmigung der Kgl. Regierung.

Andere Vorteile dieser Trace sind die relativ kleine Anzahl der Querwege; es kommen nur 5 Straßenüberkreuzungen, 4 Überkreuzungen von Schwachstromleitungen und eine einer Privatstromleitung sowie eine Bahnüberführung bei München vor.

Auch wird durch die Abgelegenheit der Leitung die Wahrscheinlichkeit von Beschädigungen durch fremde Hand verringert. — Bei dieser Führung isaraufwärts konnte aber das Hochwassergebiet nicht ganz vermieden werden, und da die Isar teilweise noch nicht reguliert und eingedämmt ist, waren mehrmals Sicherheitsmaßnahmen vorzunehmen. Auch erschwerte die Einsamkeit der Gegend den Transport, die Aufstellung und die Montage der Freileitung.

Es liegt in der Natur des Kraftwerkes, daß die Abführung der Freileitung nicht unmittelbar auf der Seite gegen München erfolgen kann, sondern daß die Leitung zunächst einen Bogen von 180° beschreiben muß, um in ihre endgültige Richtung überzugehen.

Nach Vereinigung mit der Abzweigung zum Blitzschutzhaus führt die Leitung vom Kraftwerk am linken Ufer des Oberwasserkanals entlang und überkreuzt denselben, auf den zum Schutze der angrenzenden Wiesen errichteten Hochwasserdamm übergehend. An der Staatsstraße Moosburg-Landshut mußte die Freileitung über die staatliche Telephonleitung hinweggeführt werden.

Um hierbei allen Anforderungen hinsichtlich der Sicherheit für die staatlichen Leitungen zu genügen, wurde an dieser Stelle eine Spezialkonstruktion nach Fig. 410e aufgestellt. Oberhalb der Straße geht die Leitung mit einer 111 m langen Spannweite auf das linke Ufer der Isar über, wobei der Leitungsquerschnitt der Festigkeit wegen auf 29 qmm erhöht und anstatt eines Kupferseiles ein Seil aus Bronzedrähten verwendet wurde, das eine Bruchfestigkeit von 65 kg pro qmm aufweist. Die dabei zur Aufstellung gelangten Spezialmaste stellt Fig. 410f dar.

In mannigfachen Krümmungen, bedingt durch weit in den Forst eingehenden Privatbesitz, durch noch nicht regulierte und bei Hochwasser weit ausgedehnte Überschwemmungsgebiete sowie durch Schonung alter, wertvoller Holzbestände windet sich die Leitung, öfters kleine Gewässer überquerend, durch den Wald, zieht dann an den beiden Seiten eines Hochwasserdammes, weiter einer Straße entlang, überquert zum zweiten Male bei Oberhummel die Isar, um dann wieder parallel zu derselben verschiedene Privatgrundstücke zu überspannen.

Mit den Eigentümern derselben wurden besondere notarielle Verträge abgeschlossen. Als Seritutsgebühren wurden je nach der Größe der überspannten Grundstücke Beträge von 75—3000 M. ausbezahlt.

Bei Freising überquert die Leitung eine Telephon- und eine Starkstromfreileitung und ist auch hier wieder die Konstruktion nach Fig. 410e angewendet worden.

Von Freising ab führt die Leitung parallel mit der Isar immer durch Staatswald über kleine Gewässer und Flutmulden, um das auf anmähernd halber Entfernung zwischen München und Moosburg erbaute Blitzschutz- und Unterbrechungshaus bei Achering zu erreichen.

Nach dem Blitzschutzhaus, auf welches später zurückgekommen wird, läuft die Leitung durch Staatswald weiter, durchschneidet noch nicht reguliertes Gebiet, nützt schließlich ein Forstgeräumt aus, kreuzt eine Telephonleitung (Fig. 410d), um nach einer letzten Überquerung der Isar bei Unterföhring sowie des Unterwasserkanales des Triebwerkes der Maschinenfabrik J. A. Maffei das Transformatorenhaus Hirschau zu erreichen.

Die Ausführung der Freileitung.

Da die Verhandlungen über die Führung der Freileitung, das Ausholzen und die Aufstellung der Maste sich sehr in die Länge zogen, konnte erst anfangs Dezember 1906 der Bau in Angriff genommen werden.

Dies geschah in drei getrennten Etappen: die Verteilung des Materials längs der Trace, das Aufstellen der Maste und das Spannen der Leitungen.

Die Verteilung der in München von der Firma F. S. Kustermann angefertigten Maste längs der Strecke ge-

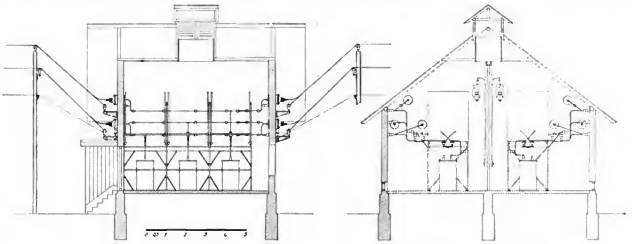


Fig. 412. Schnitte durch das Schalt- und Blitzschutzhaus Achering.

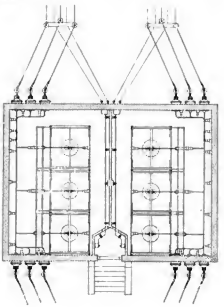


Fig. 413. Schalt- und Blitzschutzhaus Achering.

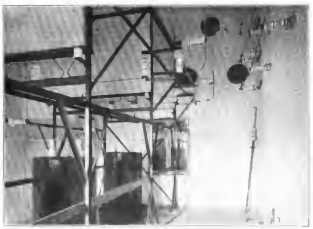


Fig. 414. Inneres des Schalt- und Blitzschutzhauses Achering.

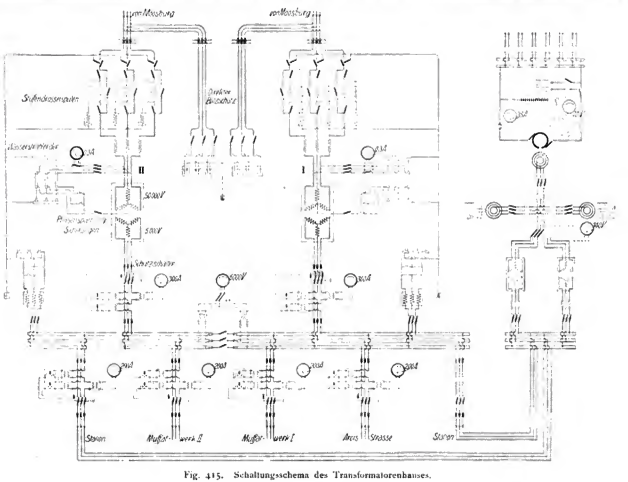
sehah mittels eines Flußschiffes, das pro Fahrt mit nicht unter 20 Masten und den dazugehörigen Traversen, Isolatoren, Stützen sowie dem zu den Fundamenten nötigen Zement beladen wurde.

Um nach Abladen wieder stromaufwärts zurückfahren zu können, wurde auf dem Schiff eine Art Spill montiert, das durch einen Benzinmotor betrieben wurde und durch Aufrollen eines am Ufer stromaufwärts befestigten Seils das Schiff forderte.

Es wurden im Mittel 20 Maste pro Tag befördert.

Das Aufstellen der rd. 2260 Maste geschah durch 2 je 40 Mann starke Kolonnen in der Weise, daß der Mast mit anmontierten Traversen und Isolatoren in seinem Graben aufgestellt, richtig gestützt und hierauf das Fundament betoniert wurde. Im Mittelwert wurden 20 Maste pro Arbeitstag und Kolonne aufgestellt. Diese Arbeit war Mitte Februar fertig.

Anfangs April wurde mit dem Spannen der Leitung mit einer ca. 40 Mann starken Kolonne von München aus begonnen. Die Kolonne mußte nicht nur beide Drehstromleitungen, sondern auch zwei doppelte Fernsprechleitungen und die zwei Eisendrähte, im ganzen also 12 Drähte ziehen.


vom Maschinenhaus
vom Maschinenhaus
Schaltkammer
Drähte Blitzschutz
Wasserwiderstand
Transformatorenhaus
Schaltkammer
Schaltkammer
Schaltkammer

Streckenwärterdienst aufgehoben. Die Leitung steht nunmehr, in zwei gleiche Abschnitte geteilt, unter der ständigen Überwachung seitens zweier Monteure, die auf Motorzweirädern eine Erdungsvorrichtung sowie ihre Werkzeuge mit sich führen.

Um im Bedarfsfalle auch einen Hilfsmonteur schnell zur Stelle zu haben, sind die Motorzweiräder mit Seitenwagen ausgerüstet.

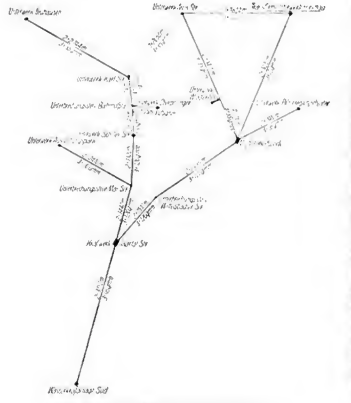


Fig. 417. Das Münchener Hochspannungsnetz.

Außerdem hat ein Wärter die ständige Beaufsichtigung des Schalt- und Blitzschutzhauses, den Fernsprechdienst daselbst, die Kontrolle der Erwärmung der Widerstände sowie des guten Zustandes der Hörnerblitzableiter, zu besorgen.

Da die Gegend sehr abgelegen ist, wurde für diesen Wärter in der nächsten Nähe des Blitzschutzhauses ein Familienwohnhaus errichtet.

Die Beleuchtung des Blitzschutzhauses geschieht durch zwei »Keros« Petroleum-Glühlichtlampen.

Das Transformatorenhaus.

Fig. 415 gibt das Schaltungsschema des Transformatorenhauses wieder.

Die Spannung am Ende der Freileitung ist nunmehr ca. 48000 Volt und wird hier auf 5000 Volt transformiert.

Die Blitz- und Überspannungsschutzapparate sind genau dieselben wie im Kraftwerk. Das Haus für den sog. direkten Blitzschutz ist aber getrennt errichtet worden.

Aus den Transformatoren gelangt der Strom durch zwei Kabel zu der Schaltanlage (Fig. 416).

Diese ist von den Siemens-Schuckert-Werken geliefert und ruht auf demselben Prinzip der ausfahrbaren Wagen, wie die im Kraftwerk. Der Hauptunterschied in der Ausführung ist, daß die Wagen nicht auf einem Untergestell ruhen, sondern bis zum Boden reichen und auf im Boden aus Plattenbelag eingelassenen Schienen rollen, was einen besonderen Transportwagen nicht erforderlich macht.

Auf jedem Wagen befindet sich ein Ölschalter mit Handantrieb und Maximalausschaltung und ein Stromzeiger mit dem dazugehörigen Stromtransformator.

Die Sammelschienen, die durch zwei Transformatoren gespeist werden, sind getrennt, können aber mittels eines Ölschalters verbunden werden. Für jede Hälfte ist über der Schaltwand ein Spannungszeiger in schmiedeeisernem Aufsatz untergebracht.

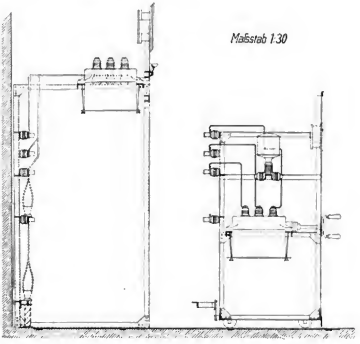


Fig. 416. Schnitt durch die 5000 Volt-Schaltanlage.

Von den Sammelschienen wird der 5000 Volt-Strom durch 3 Wagen in das bestehende Hochspannungsnetz geführt (Fig. 417), welches die Motorgenerator-Unterwerke speist. Auf dieses Netz arbeiten außerdem die Wasserkraftanlage im Süden der Stadt sowie im Bedarfsfall das Dampfwerk Isartalstraße.

Fig. 418. Überspannungsschutz für 5000 Volt.

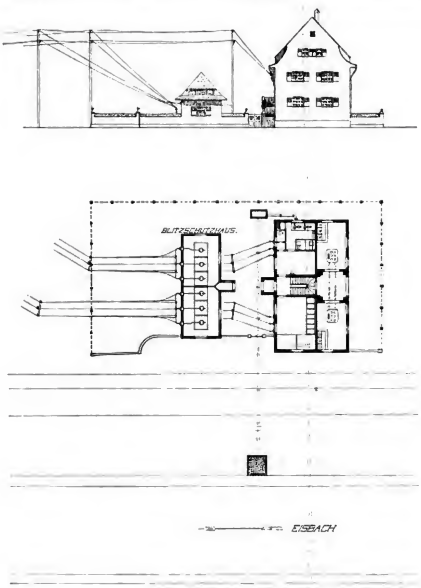


Fig. 419. Pläne vom Transformatorenhaus.

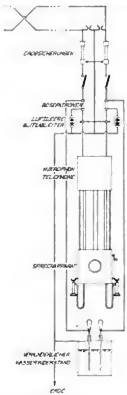


Fig. 422. Schema einer Hochspannungs-Fernsprechstation.

Wird der Betrieb durch eine Störung der Freileitung unterbrochen, so lösen zunächst die sehr empfindlichen Maximalausschalter im Transformatorenhaus aus. Infolge der dadurch auftretenden plötzlichen Verschiebung der Belastung auf die beiden anderen Arbeitsquellen funktionieren auch deren Maximalausschalter, worauf alle Motorgeneratoren in den Unterwerken abgeschaltet werden. Die zwei Münchener Kraftwerke werden jedoch sofort wieder eingeschaltet, während vom Uppenbornkraftwerk aus der Fehler mit Hilfe eines Generators gesucht wird. Ist jedoch die Störung auf der Freileitung nur eine vorübergehende, so wäre auch der Parallelbetrieb mit dem Uppenbornkraftwerk wieder möglich, wenn dieses inzwischen nicht aus dem Synchronismus geraten wäre.

Um diesen wieder zu erreichen, wird der Schalt-

Fig. 420. Transformatorenhaus vom Süden aus.

Fig. 421. Transformatorenhaus vom Norden aus.

brettwärter in Moosburg vom Transformatorenhaus Hirschau aus durch den Fernsprecher genau benachrichtigt, auf welche Periodenzahl er allmählich seine Maschine zu bringen hat. Ein Synchronismus-Spannungszeiger erlaubt dem Apparatenwärter in Hirschau, das Erreichen des Synchronismus zu beobachten, um sodann das Parallelschalten zu bewirken. Die zwei dazugehörigen Schalter sind mit einer Widerstandsstufe als Schutzschalter ausgeführt. Die nötigen Widerstände sind unterhalb des Ölschalters in Öl eingebaut.

Wie im Kraftwerk ist die 5000 Volt-Anlage ganz besonders gegen Überspannungen gesichert; die zu diesem Zwecke montierten Hörnerfunkenstrecken, empfindlichen Relais und Ölwiderstände sind in zwei getrennten Räumen untergebracht. (Fig. 418.)

Zur Deckung des Selbstbedarfes an Licht und Kraft im Haus sind zwei 7 KVA-Drehstromtransformatoren 5000/110 Volt aufgestellt, welche zwei Pumpenmotoren speisen. Außerdem wird von ihnen ein 1 KW-Motorgenerator gespeist, der, von einer 30 Volt-Batterie mit 81 Amp.-St. unterstützt, die Hausbeleuchtung übernimmt.

Die zwei Zentrifugalpumpen, die von dem in nächster Nähe vorbeifließenden Eisbach gespeist werden, liefern das für die Transformatorenkühlung, Wasserstrahlerder und Wasserwiderstände nötige Druckwasser.

Das Haus, (Fig. 419 bis 421) in Backsteinbau mit Eisenbetondecken stellt ein südbayerisches Bauernhaus dar. Im Erdgeschoß befinden sich Wasserstrahlerder, Transformatoren und Schaltanlage für 5000 Volt, im ersten Stock Generatorspulen in Öl, Stufendrosselspulen und Ölwiderstand, im obersten Stockwerk unmittelbar über den Stufendrosselspulen die Hörnerfunkenstrecken.

Alle Räume sind reichlich bemessen und gefahrlos zu begehen; die Helligkeit wird noch durch das Kalkweißen der Wände und Decken erhöht.

Die Phasen sind durch verschiedene farbige Anstriche gekennzeichnet, die in allen Räumen der einzelnen Anlagen übereinstimmen.

Für eine stetige, vollständig betriebssichere Verständigung der Anlagen unter sich wurde reichlich Sorge getragen.

Das Transformatorenhaus ist mit sämtlichen Anlagen der städt. Elektrizitätswerke durch eigenen Draht verbunden und dadurch indirekt auch mit der staatlichen Fernsprechzentrale in München.

Die Verständigung zwischen dem Transformatorenhaus und dem Kraftwerk geschieht auf drei Wegen: durch die zwei Fernsprechleitungen der Freileitung und durch einen getrennten, auf den Masten der staatlichen Fernsprechleitungen gezogenen, nur von den E.W. benutzbaren Draht, der nie von der Hochspannung in Gefahr gesetzt werden kann.

Fig. 422 gibt das Schema einer Hochspannungsfernsprechstation.

Wegen der Nähe der Hochspannungsleitungen, die durch praktische Rücksichten auf die Höhe der Masten und die Mindesthöhe des unteren Drahtes festgestellt war, entstehen durch elektrostatische Induktion gewaltige, lebensgefährliche Spannungen auf den Fernsprechleitungen.

Beide Leitungen sind alle 200 m verdrillt (Fig. 410b), während die Hochspannungsleitungen wie bereits angeführt 3 Verdrillungen aufweisen. Die Wirkung der Verdrillung kann aber nicht eine vollkommene sein und fällt überhaupt weg bei Erdschluß einer Hochspannungsphase.

Nach längeren Erwägungen wurden die Fernsprechleitungen als Hochspannungsfreileitungen auf Deltaglocken ausgeführt. Die dreiflügeligen, aus zwei Teilen bestehenden Isolatoren sind mit 70000 Volt geprüft, was einem Durchschlagen einer größeren Anzahl derselben bei etwa vorkommendem Kontakt mit der 50000 Volt-Leitung vorbeugt.

Als Spannungssicherungen sind kleine Hörnerfunkenstrecken eingebaut, außerdem sind Hochspannungssicherungen mit einer sehr kleinen Funkenstrecke zur Erde angebracht. Kommt eine zu hohe Spannung an, so erzeugt dieselbe durch Funken an der Funkenstrecke einen beliebigen Strom, der die Sicherung zum Schmelzen bringt.

Außer diesen groben Schutzmitteln sind die sog. »Bosepatronen«, Feinsicherungen, vor den Sprechapparat geschaltet, bei welchen noch zwei kleine luftleere Kohlenspitzen-Funkenstrecken vorhanden sind.

Diese verschiedenen Schutzapparate würden jedoch eine Verständigung im Betrieb nicht ermöglichen. Durch die unvollkommene Verdrillung bleibt immer eine Wechselspannung der elektrostatischen Induktion, die ein Summen in dem Apparat verursacht. Um sie abzuleiten, sind beide Leitungen durch einen regulierbaren Wasserwiderstand geerdet.

Durch Variation des Abstandes der Elektroden in demselben wird eine tadellose Verständigung in den meisten Fällen erzielt.

Trotz der zahlreichen Schutzapparate wäre es ziemlich bedenklich, das Personal unmittelbar mit den Apparaten in Berührung zu setzen.

Die angewendeten Sprechapparate, die von den Felten-Guilleaume-Lahmeyerwerken geliefert sind, bestehen aus einem oberen Kasten, in welchem Mikrophon und Telephon untergebracht sind; von da führen lange Röhren aus Papiermaché die akustischen Wellen in einen Unterkasten, wo biegsame Röhren die üblichen Litzen ersetzen.

Nachdem die Freileitung einige Tage für Versuchszwecke unter Spannung gesetzt worden war, erfolgte die endgültige Inbetriebsetzung am 6. Juli 1907. Die Bauzeit hatte somit 20 Monate betragen.

Ein interessanter Versuch war nun der, die Generatoren vom Uppenborkraftwerk mit denjenigen des Dampfwerkes Isartalstraße auf das 5000 Volt-Netz parallel arbeiten zu lassen.

Laut Angabe der Maschinenfabrik Maffei besitzen die im Dampfwerk Isartalstraße aufgestellten, liegenden Dampfmaschinen mit zwei um 90 Grad versetzten Kurbeln und vier Zylindern bei einem Magnetradschwungmoment von 500000 kgm² einen Ungleichförmigkeitsgrad von 1:200. Die Moosburger Generatoren weisen ein Schwungmoment von 200000 kgm auf, während die Regulatoren eine große Empfindlichkeit besitzen.

Nach gut erfolgtem Parallelschalten beider Maschinengattungen zeigte sich nach wenigen Minuten, daß dieselben in Pendeln gerieten, worauf die Maximalstromrelais in Tätigkeit traten.

Daraufhin wurden stärkere Federn in die Regulatoren eingebaut, wodurch ihre Trägheit erhöht wurde, was einen Parallelbetrieb möglich machte.

Die im Sommer häufigen Gewitter beschädigten anfangs die Leitungen, wobei ca. 30 Isolatoren defekt wurden. Durchschläge kamen auch bei schönem Wetter vor (ca. 25 Isolatoren). Überschlagfunken zwischen Draht und Isolatorstütze wurden bis heute nicht beobachtet.

Um beide Transformatoren auf eine Leitung arbeiten lassen zu können, wurde auf der 50000 Volt-Seite unmittelbar vor den Durchführungen eine Verbindungsleitung mit Abschaltern eingebaut, welche jedoch auf dem Schaltungsschema noch nicht eingezeichnet ist.

Der Ladestrom bei 5000 Volt beträgt für eine Leitung mit Transformator 2,6 Amp., für eine Leitung allein 5,1 Amp. und für eine Leitung mit angeschlossenem Kabelnetz 5,7 Amp.

(Schluß folgt.)

Sollen die städtischen Betriebe, wie Straßenbahnen, Wasser-, Gas- und Elektrizitätswerke, die kameralistische oder die kaufmännische Buchführung verwenden?

Von Oberingenieur A. Schulte. (Fortsetzung.)

Die Lösung der Aufgaben durch die kaufmännische und durch die kameralistische Buchführung.

Die kaufmännische Buchführung.

Bei der kaufmännischen Buchführung sollen von den beiden zusammengehörigen Posten der eine links, der andere rechts gebucht werden. Dies ist unmittelbar zu erreichen, wenn in einer der Hauptrechnungen, z. B. in der Rechnung 2 des Schemas 2, die Zugangs- und Abgangsspalten miteinander vertauscht werden. Diese Umstellung der Spalten ist in Schema 3 durchgeführt.

Schema 3.

Rechnung I.

a.

Konfession	Zugang	Abgang
Katholisch	1	—

b.

Konfession	Zugang	Abgang
Katholisch	—	1
Evangelisch	1	—

Rechnung II.

a.

Staatsangehörigkeit	Abgang	Zugang
Preuße	—	1

b.

Staatsangehörigkeit	Abgang	Zugang
	—	—
	—	—

Bei der Stellung der Spalten gemäß Schema 3 haben nun die Posten der Vorfälle der ersten Art und der zweiten Art folgende Stellung. Die Vorfälle erster Art bestehen stets aus zwei Zugängen oder zwei Abgängen. Von den Zugängen steht aber der eine in der einen Rechnung immer in einer anderen Spalte wie in der anderen Rechnung, so daß also von den zusammengehörenden Posten stets der eine links und der andere rechts steht. Dasselbe gilt von zwei zusammengehörenden Abgängen. In der Gruppe 2 der Vorfälle ist eine Änderung gegenüber dem Schema 2 nicht eingetreten, denn die beiden Buchungsposten der Rechnung 1 werden durch die vorgenommene Spaltenumstellung gar nicht berührt. Ständen die beiden Tasten in der Rechnung 2, dann trät auch keine wesentliche Änderung ein, denn die Vorfälle in der Rechnung 2 werden hinsichtlich ihrer beiden zusammengehörenden Posten einfach umgestellt; wenn vorher, d. h. vor der Spaltenumstellung, der eine Posten links und der andere rechts stand, dann steht nach der Umstellung der letztere Posten links und der erstere Posten rechts.

Es ergibt sich also, daß tatsächlich durch die einfache Umstellung der Spalten in der Rechnung 2 es erreicht ist, daß von den beiden Posten jedes Vorfalles stets der eine links und der andere rechts steht. In der kaufmännischen Buchführung ist es nun üblich die linken Spalten mit »SOLL« und die rechten mit »HABEN« zu bezeichnen. Hiernach ergibt sich dann unmittelbar das bekannte Gesetz der kaufmännischen Buchführung, das stets einem Posten im SOLL, einem Posten im Haben entspricht. SOLL und HABEN bedeuten hierbei aber in den beiden Rechnungen 1 und 2 hinsichtlich der Zugänge und Abgänge des Kapitals etwas Verschiedenes, bzw. das Entgegengesetzte. Die Bedeutung von SOLL und HABEN ist nachstehend tabellarisch zum Ausdruck gebracht.

	Soll	Haben
Rechnung I . .	Zugang	Abgang
» II . .	Abgang	Zugang

Der Kaufmann spricht nun nicht davon, daß der eine Posten links und der andere Posten rechts gebucht wird, sondern er spricht von Belasten und Gutschreiben, oder auch von Debitieren und Kreditieren und gebraucht hierzu noch die entsprechenden Zusätze »an« und »per«. Durch diese besondere Sprache hat die Buchhaltungstheorie sich verleiten lassen, das SOLL und HABEN irrtümlich als das Grundgesetz der Buchführung anzusehen, während es in Wirklichkeit nur die Folge eines Kunstgriffes zur Erzielung einer möglichst praktischen Handhabung ist. Man hat angenommen, daß das Gesetz von SOLL und HABEN aus dem Wesen des kaufmännischen Geschäfts entspränge, daß stets der eine das gibt, was der Andere empfängt. Diese Vorstellung, welche nicht nur auf die Personen-, sondern auch auf die Sachenkonten in der Buchführung ausgedehnt worden ist und in letzterem Falle als die Personifikation der Sachenkonten bezeichnet wird, gibt nicht den richtigen Sinn bezüglich der Kapital-Ein- und Ausgänge wieder. Der Sinn ist in der Rechnung 2 mit der Umstellung der Spalten gleichzeitig auch vertauscht worden. Hieraus entspringt das schwere Verstehen der kaufmännischen Buchführung, weil es stets zu Unklarheiten Anlaß gibt, daß die Kapitalein- und Ausgänge in der Rechnung 1, d. i. in der Bestandesrechnung anders stehen und daher scheinbar auch einen anderen Sinn haben als in der Rechnung 2, d. i. in der Einlagen- und Gewinnrechnung. Nur im Kontokorrent stimmt der Sinn jedesmal, und aus dem Kontokorrent ist auch die kaufmänniseche Buchführung mit all ihren Gewohnheiten hinsichtlich der praktischen Handhabung entsprungen.

Die verschiedene Stellung der Zugangs- und Abgangsspalten in den beiden Hauptrechnungen der Buchführung ist ein grundsätzlicher Nachteil der kaufmännischen Buchführung, welchem allerdings der große Vorzug der Einheitlichkeit aller Buchungen gegenübersteht. Die Einheitlichkeit sämtlicher Buchungen ohne Unterschied, ob sie die Rechnung 1 oder die Rechnung 2 betreffen, ist auch der Anlaß gewesen, daß man während der ersten vier Jahrhunderte des Bekanntseins der Theorie der kaufmännischen Buchführung angenommen hat, die Buchführung bestände überhaupt nur aus einer einzigen Rechnung. Erst um das Jahr 1890 hat man gefunden, das sie aus zwei Rechnungen besteht, hat diesen neuen Anschauungen die Bezeichnung »Zweikontentheorie« gegeben. Leider hat die Zweikontentheorie sich auch noch nicht völlig loslösen können von der historischen Entwickelung der Buchhaltungslehre, und aus diesem Grunde sich auch noch nicht die völlige Anerkennung gegenüber der Einkontentheorie erringen können.

Die Spaltenverstellung in der einen Rechnung läßt sich mathematisch ausdrücken und zwar, wie in der Mathematik üblich ist, durch Gleichungen. Die Hauptgleichung der Buchführung lautet, wie bereits oben ausgeführt:

$$\text{Bestand} = \text{Einlage} + \text{Gewinn} \quad . \quad . \quad . \quad \text{Gl. 1.}$$

Diese Gleichung kann auch geschrieben werden:

$$\text{Bestand} - (\text{Einlage} + \text{Gewinn}) = 0. \quad \text{Gl. 2.}$$

Die erste Gleichung repräsentiert die zwei besonderen Rechnungen nach Schema 2, während die zweite Gleichung

die Rechnung von SOLL und HABEN gemäß Schema 3 darstellt. Aus der letzten Gleichung, die stets gleich Null ist, geht das Charakteristikum der doppelten Buchführung deutlich hervor, bei der sich alle Beträge im SOLL und HABEN stets das Gleichgewicht, d. h. die Bilanz halten, und bei der man ein effektives Endergebnis eigentlich nie recht erkennt. Man sieht stets nur die Gleichheit der Beträge im SOLL und HABEN.

In der Gleichung 2 hat die Einlage und der Gewinn ein anderes Vorzeichen wie der Bestand. Diese Verschiedenheit der Vorzeichen bedeutet, daß die Spalten entgegengesetzt gestellt sind, wie sich leicht noch aus folgender Erwägung erkennen läßt. Löst man in den beiden Hauptrechnungen das Glied »Einlage + Gewinn« in ihre Zugänge und Abgänge auf, dann erhält man für die erste Gleichung:

$$\text{Zugänge} - \text{Abgänge}$$

und bei der zweiten Gleichung:

$$-(\text{Zugänge} + \text{Abgänge})$$

oder

$$\text{Abgänge} - \text{Zugänge}.$$

Während also in der ersten Rechnung die Abgänge von den Zugängen abgezogen werden, werden in der zweiten Rechnung die Zugänge von den Abgängen abgezogen, also es ist tatsächlich eine Umstellung der Zu- und Abgangsspalten erfolgt.

Aus den vorstesenden Betrachtungen ergibt sich, daß die Umstellung der Spalten mathematisch dadurch zum Ausdruck gebracht wird, daß die Faktoren, deren Spalten umgestellt werden sollen, auf die andere Seite der Gleichung gebracht werden. Dieser Punkt ist für eine mathematische Behandlung aller Fragen der Buchführung von großem Interesse.

Die kameralistische Buchführung.

Bei der kameralistischen Buchführung stehen die beiden zusammengehörenden Posten eines Vorfalles entweder beide links oder beide rechts. Aus den Schemas 2 und 3 ist erkenntlich, daß die Vorfälle zweiter Art, bei denen gleichzeitig ein Zugang und ein Abgang zu verzeichnen ist, dieser Forderung widersprechen. Wenn man auch die Spalten in einer der Hauptrechnungen umstellt, hat man hieran nichts geändert, weil dann eben die Posten, die erst links und rechts standen, jetzt nur rechts und links stehen. Durch eine einfache Umstellung der Spalten in einer Rechnung ist also den Forderungen der kameralistischen Buchführung nicht zu genügen.

Die Forderung ist für eine der Hauptrechnungen erfüllbar, wenn in dieser Hauptrechnung überhaupt nur ein einziges Konto vorkommt, denn in diesem Falle kann eine Verschiebung innerhalb der Konten einer Hauptrechnung mit ihren Links- und Rechts-Buchungen überhaupt nicht eintreten. In Wirklichkeit sind nun aber z. B. in der Bestandesrechnung noch mehr als ein Konto vorhanden. Dieser Tatsache läßt sich aber dadurch entgegentreten, daß alle Konten der Rechnung bis auf ein einziges auf die andere Seite der Gleichung gebracht werden, so daß in der einen Rechnung nur noch ein einziges Konto übrig bleibt. Die Hinüberbringung der Konten der einen Rechnung in die andere bedeutet hierbei, wie vorhergehend bewiesen worden ist, daß die Spalten dieser hinübergebrachten Konten umgestellt werden müssen. In der Rechnung 1 sollen nun alle Teile bis auf die Kasse in die »Einlagen- und Gewinnrechnung« gebracht werden. Wenn diese auf die andere Seite der Gleichung zu bringenden Teile des »Bestandes« zur einfachen Darstellung als »Anlage« bezeichnet werden, dann ergeben sich folgende Gleichungen:

$$\text{Anlage} + \text{Kassenbestand} = \text{Einlage} + \text{Gewinn} \quad \text{Gl. 3}$$

oder

$$\text{Kassenbestand} = \text{Einlage} + \text{Gewinn} - \text{Anlage} \quad \text{Gl. 4}.$$

Für die »Anlage« müssen nach vorstehender Gleichung die Spalten umgestellt werden.

Für die Geschäftsvorfälle, die der Gleichung 4 entsprechend gebucht werden, ergibt sich nun folgendes: Die Geschäftsvorfälle, welche die Kasse betreffen, werden einmal in dieser und das andere Mal in einem Konto der Einlage oder des Gewinnes oder der Anlage gebucht. Hierbei stehen dann stets beide zusammengehörigen Posten entweder links oder beide rechts. Die Buchungen, welche die Kasse betreffen, entsprechen also dem Grundsatze der kameralistischen Buchführung, daß zwei zusammengehörende Posten stets beide links oder beide rechts gebucht werden müssen. Nun sind aber in der Rechnung 2, der Gleichung 4, d. h. in der Rechnung über die Einlage, den Gewinn und die Anlage noch Vorfälle möglich, bei denen der eine Posten links und der andere rechts oder umgekehrt steht. Diese Vorfälle, welche eine Verschiebung innerhalb der Rechnung 2 darstellen, können nicht beseitigt werden. Sie treten auf und können nicht wie bei Rechnung 1 dadurch in kameralistischer Form gebucht werden, daß alle Glieder der Rechnung 2 bis auf eines auf die Rechnung 1 gebracht werden, denn dann wären die Vorfälle beregter Art wieder in der Rechnung 1 möglich. Eine Lösung kann nur dadurch gefunden werden, daß man in der Rechnung 2 die Vorfälle mit Links- und Rechtsbuchung auf andere Weise künstlich ausscheidet. Diese Ausscheidung ist nun dadurch möglich, das man die Vorfälle so bucht, als ob sie Vorfälle von der Art wären, welche nur Links- oder nur Rechtsbuchungen aufweisen, mit andern Worten: daß man sie so bucht, als ob sie die Kasse betrafen. Dieses Verfahren ist in Schema 4 dargestellt.

Schema 4.

Rechnung I.

a.

	Zug.	Abg.
Abg. Kasse .	—	—
Zug. Kasse .	—	—

b.

	Zug.	Abg.
Abg. Kasse .	—	250
Zug. Kasse .	250	—

Rechnung II.

a.

	Zug.	Abg.
Abg. Konto A	—	250
Zug. Konto B	250	—

b.

	Zug.	Abg.
Abg. Konto A	—	250
Zug. Konto B	250	—

Wie aus dem Schema 4 ersichtlich ist, sind statt 2 Buchungen unter a künstlich deren 4 unter b gemacht worden. Man bucht also zunächst den Abgang in der Rechnung 2 gleichzeitig auch als Abgang in der Rechnung 1, d. h. in der Kasse. Den Zugang in der Rechnung 2 bucht man entsprechend auch wieder als Zugang in der Rechnung 1, d. h. in der Kasse. Man macht also aus einem Vorfall mit einem linken und einem rechten Posten zwei Vorfälle mit zwei linken und zwei rechten Posten. Hierbei heben sich die beiden Posten in der Kasse auf und sind daher auf das Ergebnis in der Kassenrechnung, d. i. auf den Kassenbestand, ohne Einfluß. Die Kasse wirkt hier wie ein Hilfskonto, welches nur den Zweck hat, das Prinzip der

kameralistischen Buchführung zur Ausführung zu bringen. Die beiden Posten, welche zu diesem Zweck gleichzeitig in der Kasse verbucht werden müssen, werden in der Praxis als »durchlaufende Kassenposten« bezeichnet und sind, worauf ausdrücklich zu achten ist, keine wirklichen sondern fingierte Kassenposten.

Aus den Erörterungen geht hervor, daß, wenn in der Buchführung alle Vorfälle, evt. unter Fingierung, als Kassenvorfälle behandelt werden, daß dann bei jedem Vorfall nur zwei Links- oder Rechtsbuchungen vorkommen können, daß also dann die kameralistische Buchführung erreicht ist. Da alle Vorfälle als Kassenvorfälle zu behandeln sind, erscheint es selbstverständlich, daß die Kameralistik in ihren Rechnungsspalten nur von »Einnahmen« und »Ausgaben« spricht, ebenso wie die kaufmännische Buchführung nur mit »Soll« und »Haben« arbeitet. Hierbei ist noch insbesondere zu beachten, daß die Konten, welche mit der Kasse in derselben Hauptrechnung standen, aber auf die andere Hauptrechnung übertragen worden sind, hinsichtlich der Spaltenstellung eine Vertauschung erleiden müssen. Dies ist nachstehend nochmals schematisch zum Ausdruck gebracht.

	Einnahme	Ausgabe
Rechnung I: Kasse	Zugang	Abgang
Rechnung II: Einlage + Gewinn	Zugang	Abgang
Anlage	Abgang	Zugang

Es verdient noch besonders hervorgehoben zu werden, daß sich weder bei der kaufmännischen noch bei der kameralistischen Buchführung herausgestellt hat, daß gewisse Vorfälle nicht verbucht werden können: beide Systeme umfassen also das Gebiet der Buchführung vollinhaltlich.

Wahl zwischen der kameralistischen und der kaufmännischen Buchführung.

Bei der Wahl zwischen der kameralistischen und der kaufmännischen Buchführung muß man die Gründe, welche sich aus dem Wesen der Buchführung ergeben, von denen unterscheiden, welche sich aus den Eigenarten der städtischen Betriebe ergeben. Diese grundsätzlich verschiedenen Gründe werden getrennt und nacheinander betrachtet werden.

Der Materie nach sind die beiden Buchführungssysteme gleich, d. h. inhaltlich kann man mit beiden genau das Gleiche erreichen.

In Hinsicht auf die praktische Durchführung ihrer rechnerischen Aufgaben hat sich ergeben, daß eine Umstellung von Spalten und damit eine Vertauschung der Bedeutung der Spalten hinsichtlich Zugang und Abgang von Kapital sowohl in der kameralistischen als auch in der kaufmännischen Buchführung vorkommt. Hinsichtlich der kameralistischen Buchführung hat sich dann noch ergeben, daß sie nicht ohne fingierte Buchungen auskommen kann. Die kameralistische Buchführung hat daher unter allen Umständen mehr Buchungen als die kaufmännische Buchführung, weil für verschiedene Geschäftsvorfälle künstlich anstatt zwei Posten deren 4 gebucht werden müssen. Daß bei dieser letzteren Buchung außerdem noch eine Fiktion erforderlich ist, ist ein außerordentlich großer Nachteil der kameralistischen Buchführung. Sie kommt daher praktisch nur dann in Frage, wenn diese überflüssigen und fingierten Buchungen auf ein Minimum beschränkt werden können. Dieses ist aber der Fall bei allen den Unternehmungen, die ihre Geschäfte sofort in Baar zu regulieren pflegen, also mit andern Worten, im Wesentlichen nur wirkliche Kassenposten bekommen.

Die kaufmännische Buchführung ist dagegen bei allen Unternehmungen, sowohl bei denen mit vorwiegend Kassenposten als auch bei den andern möglich. Sie hat auch für jeden Vorfall stets nur zwei Posten und ist daher im Aufbau der kameralistischen Buchführung grundsätzlich überlegen.

Diese wesentlichen Unterschiede zwischen der kameralistischen und kaufmännischen Buchführung gelten sowohl für die städtischen als auch für die privaten Betriebe, da das entscheidende Merkmal durch das häufige Vorkommen von Kassenposten gegeben ist. Unternehmungen wie Straßenbahnen, Elektrizitäts-, Gas- und Wasserwerke, werden daher, wenn man nur an das Wesen der Buchführungssysteme denkt, stets in kameralistischer Buchführung behandelt werden können, gleichviel ob sie städtisch oder privat verwaltet werden. Sie haben eben dadurch, daß ihre Einnahmen stets in Bar erfolgen, auch die Möglichkeit, ihre Ausgaben in Bar zu bestreiten.

Bei den Unternehmungen mit vorwiegend Kassenposten ist für die weitere Untersuchung zu unterscheiden zwischen den wirklichen Kassenposten und den fingierten; letztere naturgemäß nur bei der nachstehend zuerst behandelten Kameralistik.

Die wirklichen Kassenposten machen bei städtischen Betrieben, Straßenbahnen, Elektrizitäts-, Gas- und Wasserwerken, in der Praxis gewöhnlich 99 oder mehr Prozent aller Posten aus. Als Beispiel von Geschäftsvorfällen soll nun je ein Beispiel gewählt werden, in welchem eine Umstellung der Spalten nicht erforderlich ist und in welchem dieses doch notwendig ist.

Wenn im Betrieb tausend Mark aus dem Verkauf von Fahrscheinen gelöst werden, dann muß dieser Vorfall wie folgt zur Buchung kommen. In der Rechnung 1 (Gleichung 4) sind in der Kasse tausend Mark zu vereinnahmen, in der Rechnung 2 sind tausend Mark auf dem Fahrscheinkonto zu vereinnahmen. Es ist also eine Vermehrung des Kapitals sowohl in der einen Rechnung als in der andern Rechnung zu verzeichnen. Diese Buchungen erscheinen durchaus als selbstverständlich.

Wenn für M. 20000 bares Geld eine Maschine gekauft wird, dann vermehrt sich der Anlagebestand um M. 20000, während sich der Kassenbestand um M. 20000 vermindert. Es ist daher zu verbuchen, daß in der Rechnung 1 in der Kasse M. 20000 zu verausgaben sind und daß in der Rechnung 2 M. 20000 an neuem Bestand hineinkommen, aber infolge der Spaltenstellung in der kameralistischen Buchführung unter die Ausgangsspalten zu setzen sind. Man kann dieses aber auch, um es sich in kameralistischen Sinne zurecht zu legen, so ausdrücken, daß M. 20000 zu verausgaben sind, einmal in der Kasse und das andere Mal auf dem Anlagekonto. Bei dieser Ausdrucksweise bietet die kameralistische Behandlung auch dieser Art von Geschäftsvorfällen dem Verständnis keine Schwierigkeiten.

Sowohl die Einnahmen als auch die Ausgaben der Kameralistik lassen sich stets leicht so ausdrücken, daß sie dem Verständnis nahe liegen, wenn hierbei auch der wirkliche Sinn infolge der Umstellung der Spalten nicht getroffen wird. Eine ankommende Maschine ist grundsätzlich keine Ausgabe, sondern eine Vermehrung des Bestandes, also eher eine Einnahme; das ausgehende Bargeld, das ist die wirkliche Ausgabe. In der kameralistischen Buchführung kann man sich aber sehr leicht über die wirkliche Bedeutung hinwegtäuschen, ohne daß man sich selbst dieser Täuschung bewußt wird.

Die fingierten Kassenposten machen 1% oder weniger sämtlicher Buchungen aus, stellen daher überhaupt nur eine Ausnahme dar, welche hauptsächlich beim Jahresabschluß in Erscheinnung tritt. Sie können daher wegen ihrer geringen Anzahl für eine Entscheidung hinsichtlich der Wahl der Buchführungsart nicht ausschlaggebend sein. Soweit sie aber vorkommen, sind sie zweifellos außerordentlich schwer verständlich, da sie künstlicherweise durch 4 anstatt durch 2 Posten zur Verbuchung kommen. Auch haben sie das grundsätzliche Bedenken gegen sich, daß sie von der Wirklichkeit zur Fiktion überleiten und dadurch auch eine Verleitung zum Fingieren in sich bergen. In der Buchführung soll aber nur die Wirklichkeit in Frage kommen. Immerhin soll ein Beispiel für eine solche Fiktion vorgeführt werden.

Wenn die oben angegebene Maschine von M. 20000 Einkaufspreis für die Station II gebucht ist, während sie für die Station I bestimmt ist, dann ist dieser Buchungsirrtum richtig zu stellen. Die Maschine ist von der Station II abzubuchen und der Station I zuzubuchen. Es ist also eine Verschiebung, welche durch eine gleichzeitige Vermehrung und Verminderung dargestellt ist, vorzunehmen und zwar innerhalb der von der Rechnung I (Gleichung 4) in die Rechnung 2 umgestellten Konten. Man fingiert nun, daß die Unterstation II die Maschine gegen Bar verkauft und das die Unterstation I sie gegen Bar kauft. Die Kasse nimmt also hierbei M. 20000 bar ein, welche auch auf der Unterstation II in Einnahme zu setzen sind. Ebenso gibt aber die Kasse M. 20000 aus, welche dann aber auch auf Station I zu verausgaben sind. In der Kasse heben sich die M. 20000 Einnahme und die M. 20000 Ausgabe auf, so daß also nur eine Einnahme auf der Station II und eine Ausgabe auf der Station I übrig bleiben. Auf Station II steht dann eine Einnahme und eine Ausgabe von M. 20000, welche sich ihrerseits auch gegenseitig aufheben, so daß also die Maschine nunmehr richtig auf Station I steht.

Ein solcher Rechnungsvorgang ist umständlich und widerspricht dem Gefühl. Dabei war das gewählte Beispiel noch ein einfaches, während oft außerordentlich verwickelte Verhältnisse vorkommen können. Bei konsequenter Durchführung des Gedankens, daß jeder Vorfall als Kassenvorfall betrachtet werden muß, wird man sich aber jederzeit durchfinden. Wenn man diese Möglichkeit in Verbindung mit dem seltenen Vorkommen der fingierten Posten berücksichtigt, dann kann man sich schon mit dem Nachteile der Kameralistik abfinden.

(Schluß folgt.)

Kleine Nachrichten.

Aus dem Rechtsleben.

Ein **städtisches Elektrizitätswerk ist eine Fabrik** im Sinne des § 2 des Reichshaftpflichtgesetzes, da in ihm Stoffe zur gewerbsmäßigen Verwendung im Handel hergestellt werden. Bei Verlegung einer Fabrik hatte deren Besitzer unter Anzeige derselben das Elektrizitätswerk um Ausschaltung ihrer Anschlüsse ersucht. Der damit beauftragte städtische Ingenieur hatte jedoch die Ausschaltung nur teilweise ausgeführt, so daß nach einiger Zeit, als die Räume umgebaut und dabei die Schalttafel entfernt wurde, der damit beschäftigte Arbeiter durch elektrischen Strom schwere Verletzungen erlitt. Der Schadensersatzklage gegenüber kann sich die Stadt nicht darauf berufen, daß der Unfall sich nicht mit dem Betriebe des Werks ereignete. Die Zuleitung der Elektrizität nach der Abnehmerstelle läßt sich nicht mit dem Transporte der fertigen Ware auf eine Stufe stellen. Sie erfordert dauernde Einrichtungen, die nur mit dem Werke selbst gemeinschaftlich in Wirkung treten; sie erscheint als Außenwerk der Erzeugungsstelle und Bestandteil des Gesamtwerkes. Da das Werk die Einstellung des Betriebs kannte und die Gefahr voraussehen mußte, haftet sie für den durch die Nichtausschaltung verursachten Schaden. (Entscheidung des Reichsgerichts vom 16. Dez. 1907, Aktenzeichen VII 106/07, Dresden.) W. C.

Haftpflichtfälle. 1. Wenn ein Fahrgast beim Besteigen eines Trittbrettes eines Straßenbahnwagens zu Fall kommt und sich verletzt, so haftet die Bahnverwaltung für den Schaden, denn der Unfall ist ein Betriebsunfall im Sinne des § 1 des Reichshaftpflichtgesetzes. Das Einsteigen gehört zum Beginn der Beförderung, fällt daher unter den Betrieb. Daß der Sturz aber auch mit der dem Bahnbetriebe eigentümlichen Gefahrlichkeit zusammenhängt, folgt aus der besonderen Eile, mit der das Einsteigen geschehen muß. (Entscheidung des Oberlandesgerichts Hamburg vom 8. Febr. 1908.

2. Durch die Unachtsamkeit eines Kutschers war die Deichsel eines Fuhrwerks in einen Straßenbahnwagen gedrungen und hatte dort einen Fahrgast verletzt. Dessen Schadensersatzklage ist in letzter Instanz mit folgender Begründung zugesprochen:

Die als Einrede in Frage kommende höhere Gewalt umfaßt nicht die Ereignisse, die mit gewisser Häufigkeit wiederkehren und bei der Natur des Betriebes unvermeidlich sind, deren Gefahr mithin die Bahnverwaltung als Betriebsgefahr zu tragen hat. Dazu gehören bei Straßenbahnen, die bei der großen Eile und dem Zwange an die Schienen nicht genügend ausweichen können, die Zusammenstöße mit ihnen begegnenden Menschen, Tieren und Gegenständen, mag den Leiter der Tiere ein größerer oder geringerer Grad von Unaufmerksamkeit treffen. Die Bahnhaft bleibt jedoch dann ausgeschlossen, wenn die Pferde mit dem Gefährt unerwartet durchgegangen sind und dabei, um eine Ecke biegend, die sie bis dahin den Wahrnehmungen des Straßenbahnführers entzog, in den Straßenbahnwagen hineinrasen. (Entscheidung des Reichsgerichts v. 30. Jan. 1908, Aktenzeichen VI 385/07, Köln.)

3. Ein zehnjähriges Mädchen war von einem Knaben in einen Straßenbahnwagen hineingestoßen und verletzt; die Schadensersatzklage gegen die Bahnverwaltung ist zugesprochen und mit nachstehendem begründet:

Beim Überfahren unmündiger Kinder wird in der Regel höhere Gewalt nicht angenommen. Ist der Verletzte nach § 828 Abs. 2 BGB. an sich verantwortlich, d. h. über 7 Jahre alt, so wird in der Regel seine Handlungsweise ähnlich wie eigenes Verschulden angesehen. Ist jedoch ein solches, wie hier, ausgeschlossen, so folgt daraus noch nicht das Vorliegen höherer Gewalt. Um eine solche zu begründen, genügt es keineswegs, daß der Unfall seitens der Bahn selbst bei Anwendung der größten Sorgfalt unabwendbar gewesen ist; es ist vor allem das Merkmal erforderlich, daß die Verletzung durch ein von außen in den Betrieb eingreifendes Ereignis, welches seinen Grund nicht in der gefährdenden Natur des Unternehmens selbst hat, verursacht ist. Der Umstand, daß hier das unvorsichtige, aber nicht schuldhafte Verhalten der Verletzten durch die Handlung eines Dritten, außerhalb des Betriebs Stehenden, veranlaßt worden ist, kann das Gesetzehnis nicht als ein solches erscheinen lassen, das auf die angegebene Weise, d. h. von außen her unvermeidlich in den Bahnbetrieb eingegriffen hätte. Vorkommnisse dieser und ähnlicher Art, die gerade vermöge der Natur des Betriebes der Straßen-

bahn in einer verkehrsreichen Stadt mit besonderen Gefahren verknüpft sind, gehören allerdings zu denjenigen, die die Bahnverwaltung von vornherein in Rechnung zu nehmen hat. (Entscheidung des Reichsgerichts vom 25. Jan. 1908, Aktenzeichen VI 166/07, Hamm.)

Neue Bücher.

Projektierung und Betrieb von elektrischen Beleuchtungs- und Kraftübertragungsanlagen. Als Hand- und Lehrbuch bearbeitet von Fritz Hoppe. Mit 685 Textfiguren, 53 Tafeln, 9 Deckplänen und 60 durchgerechneten Übungsbeispielen. Karlsruhe, Verlag von Friedrich Gutsch.

Das außerordentlich umfangreiche und mannigfaltige Gebiet der elektrischen Beleuchtungs- und Kraftübertragungsanlagen zu behandeln, stellt an denjenigen, der sich dieser Aufgabe unterziehen will, Anforderungen, denen gewachsen zu sein eine gründliche Kenntnis der gesamten praktisch angewandten Elektrotechnik erfordert. Der bekannte Verfasser hat diese schwere aber lohnende Aufgabe übernommen und, wie schon vorweg hervorgehoben werden soll, mit gutem Erfolge gelöst.

Eine eingehende Besprechung des behandelten Stoffes ist hier natürlich nicht möglich. Es soll daher nur kurz der Inhalt des Werkes angedeutet und mit einigen Worten charakterisiert werden.

Das Werk gliedert sich in acht Kapitel, die der Reihe nach die elektrischen Beleuchtungsanlagen, die Motoranlagen, die Wärmeerzeugungsanlagen, die elektromedizinischen Apparate im Anschluß an Starkstromanlagen, die Starkstromleitungsnetze, die Starkstromerzeugungsanlagen, Betrieb, Betriebsführung und Betriebskosten und schließlich die Projektierung behandeln. Eine Reihe von Schaltungsbildern, die in einer Tafelsammlung zusammengefaßt sind, unterstützen den Stoff.

Das erste Kapitel umfaßt die Glühlampen, Kohlenfaden-, Nernst- und Metallfadenlampen, sowie das elektrische Bogenlicht und bringt neben einer ausführlichen Beschreibung der einzelnen Lampensorten und ihrer Herstellung ein reiches Tabellen- und Kurvenmaterial zur Berechnung der Helligkeit, der zweckmäßigsten Lichtart- und -verteilung und der Kosten.

Das zweite Kapitel beschäftigt sich mit den Motoranlagen, den Motorarten, ihrem Verhalten im Betriebe und ihrer Regulierung. Ohne auf theoretische Behandlung einzugehen, werden nur kurz die notwendigsten Formeln angegeben. Besonders als gelungen kann der Abschnitt über den elektromotorischen Antrieb bezeichnet werden, der ausführliche Angaben über den Kraftbedarf von Maschinen der verschiedensten Betriebe bringt, die dem Projekteur recht willkommen sein dürften.

Neu und eigenartig sind das dritte und vierte Kapitel, von denen das erstere die Verwendung des elektrischen Stromes zu Koch-, Heiz- und metallurgischen Zwecken behandelt, während das letztere der Anwendung der Elektrizität in der Medizin gewidmet ist. Beide Kapitel sind reichhaltig und bringen neben den verschiedensten Anwendungszwecken auch Angaben über Betriebskosten.

Das fünfte Kapitel bringt eine ausführliche Behandlung der Leitungsanlage und ist reich an Übungsbeispielen, unter denen sich die vollständige Durchrechnung eines Stadtplanes besonders zweckmäßig hervorhebt. In dieses Kapitel sind auch die Leitungsausführung, die Montagewerkzeuge etc. aufgenommen worden.

Am umfangreichsten ist das sechste Kapitel ausgefallen, das trotz des Raumes nur das Wesentlichste für die Stromerzeugungsstation an sich bringt. Es sind hier sowohl die Antriebsmaschinen, als auch die elektrischen Maschinen, die Schaltanlagen und schließlich die Gesamtdisposition des Kraftwerkes, letztere an Hand einer Reihe ausgeführter Anlagen, behandelt. Besonders dieses Kapitel konnte noch wesentlich erweitert werden, denn die Angaben namentlich über die Stromerzeuger und Schaltanlagen sind teilweise recht knapp bemessen worden, doch würde dann das Werk wohl einen nicht mehr praktisch brauchbaren Umfang erhalten.

Das siebente Kapitel ist gut ausgefallen und bringt ein reiches Material über Betrieb, Betriebskosten und Betriebsführung.

Schließlich im achten Kapitel werden Fingerzeige für die eigentliche Projektierung gegeben.

Allen Kapiteln sind treffende Übungsbeispiele beigegeben, deren Durchrechnung dem Leser nicht warm genug empfohlen werden kann. Die große Anzahl von Abbildungen und Schaltungsschemata muß besonders hervorgehoben werden. Bei letzteren ließe sich jedoch Manches entbehren und auch Vieles hinzufügen. Das Werk besitzt einen guten praktischen Wert und wird gewiß viele Anhänger, namentlich unter den jüngeren Ingenieuren finden. Die Darstellungsweise und die Ausstattung seitens der Verlagsbuchhandlung sind vortrefflich. Kyser.

Neuere Transport- und Hebevorrichtungen. Von Dipl.-Ing. C. Michenfelder. Mit einem Atlas, enthaltend 200 Abbildungen. VIII und 59 Seiten Quart. Leipzig, H. A. L. Degener.

Nach dem Vorwort verfolgt das Buch in erster Linie den Zweck, Laieninteressenten, Fabrikleitern usw., einen Anhalt bei der Wahl eines geeigneten Lastförderungsmittels zu geben. Deswegen ist die Darstellung eine gemeinverständliche.

Im Plauderton werden eine Anzahl von Fördervorrichtungen neuerer Bauart, besonders solche für Massengüter, einzeln beschrieben, zunächst die für wagerechte, dann die für senkrechte Förderung. Der Herr Verfasser, der anscheinend den Stoff gut beherrscht, hat verstanden, überall mit wenig Worten das Wichtigste herauszuschälen, Nebensächliches zu vermeiden. Besonderer Wert ist auf die Angabe der Leistungsfähigkeit und den Kraftbedarf der einzelnen Fördermittel gelegt. Technische Einzelheiten sind fast nirgends besprochen.

Zur Erläuterung sind eine große Anzahl Abbildungen beigegeben, fast nur Photographien, die Einzelheiten kaum erkennen lassen. Sie sind meist aus Katalogen entnommen und geben dadurch dem Buch etwas Katalogartiges, ein Eindruck, der durch die Beigabe von Geschäftsanzeigen noch verstärkt wird.

Manche Fremdwörter hätten vermieden werden können.

Das Buch wird den angestrebten Zweck gut erfüllen, wenn auch sein wissenschaftlicher Wert nicht sehr hoch ist.

Die Ausstattung ist recht gut. Schimpff.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

E. Bau der Fahrzeuge.

2. Das Fahrzeug und seine mechanischen Einzelheiten.

Nouvelles voitures à bogies de la Compagnie Parisienne de tramways. Von A. Solier. (La Lum. électr. 4. Jan. 1908, S. 7; 11. Jan. S. 46.)* Beschreibung der neuen von der Thomson-Houston Co. für die in elektrischen Betrieb umgewandelten Pariser Vorortbahnen gelieferten Motorwagen, die sich hauptsächlich durch folgende Besonderheiten in der Bauart auszeichnen: Teilung des Wagens in zwei durch eine mittlere Plattform getrennte Abteilungen mit

19 Plätzen I. Klasse und 38 Plätzen II. Klasse. Gesamtlänge der Wagen 12,3 m. Anordnung beider Motoren auf dem hinteren Wagenuntergestell, welches der stärkeren Benutzung der II. Klasse entsprechend, meist mehr als das vordere belastet ist. Adhäsionskoeffizient 64 % bei voller Belastung 60 %. Leistung der Motoren 60—70 PS. Jedes Untergestell ist mit einer vom andern völlig unabhängigen Druckluftbremse ausgerüstet, jedoch können beide auch gleichzeitig betätigt werden. Die durch einen kleinen besonderen Motor angetriebene Luftpumpe gestattet alle 24 Sek. eine Bremsung. Die übliche direkte Bremsung ist durch eine selbsttätige ersetzt, die bei Bruch einer Verbindung den Wagen sofort zum Stehen bringt.

New Petrol-Electric Omnibus for Public Service. (Elect. Enging., 16. Jan. 1908.) In der Peckham & Oxford Street, London, sollen demnächst Omnibusse mit gemischtem Antrieb verwendet werden. Die Wagen erhalten 34 Sitzplätze. Die mechanische Ausrüstung wurde von der Firma E. Hall hergestellt. Sie besteht aus einer vierzylindrigen 30 PS Gasmaschine mit 110 mm Bohrung, 140 mm Hub, 1050 maxim. U. p. M., Hochspannungsmagnetzündung, elastischer Aufhängung, welche mittels elastischer Kuppiung und Schwungrad mit einer 36 KW Nebenschlußdynamo für 180—200 Volt gekuppelt ist. Die vollkommen geschlossene Dynamo, Gewicht 400 kg, besitzt 4 Haupt- und 4 Wendepole, Morganitbürsten, einen eingebauten Ventilator und arbeitet vollkommen funkenlos. Die beiden 4poligen Antriebsmotoren sind starr in der Längsrichtung an der Außenseite des Wagenrahmens befestigt und treiben mit Kardanwelle, Kupplung und Schneckenantrieb (1 : 12) je eines der Hinterräder an. Die Radachse ist fest mittels Flansch mit dem Schneckengehäuse verbunden, die Schneckenradwelle mit der Radnabe um die feste Achse drehbar. Sämtliche Teile sind leicht demontierbar. An der Motorwelle ist eine Bandbremse, außerdem je eine Nabenbremse an jedem Hinterrade angeordnet. Die Motoren arbeiten in Reihenparallelschaltung und sind umkehrbar. Die Geschwindigkeitsänderung geschieht durch Feldregulierung an der Dynamo mittels Handhebel. Ferner besteht noch der Fahrschalterhebel, ein Pedalhauptausschalter und die Pedalbremse. Die Gasmaschine wird mittels Handrad gesteuert, außerdem ist noch ein Akzelerationspedal vorhanden. Der Fahrschalter hat nur zwei Stellungen für Vorwärts- und eine Rückwärtsgeschwindigkeit; Hauptausschalter und Fahrschalterhebel sind zwangläufig miteinander verbunden. Die Wagen zeichnen sich infolge Wegfall von Zahnrädern und Differentialgetriebe durch geräuschlosen, stoßfreien Gang aus. Die Betriebskosten im Vergleich mit mechanischem Antrieb betragen nur etwa 50 %, infolge der geringeren Instandhaltungskosten. Die Probefahrten verliefen vollkommen zufriedenstellend.

3. Der elektrische Antrieb.

Über Wechselstrom-Kommutatormotoren mit besonderer Berücksichtigung der Bahnmotoren. Von M. Osnos. (E. T. Z.; 2., 9. u. 16. Jan. 1908, S. 2, 31 u. 52.)* Theoretische Untersuchungen und praktische Versuche zwecks Entscheidung der Frage, welcher der gebräuchlichsten Wechselstrom-Kollektormotoren am vorteilhaftesten arbeitet. Die Versuche wurden an zwei gleichen Bahnmotoren von 110 PS (25 Perioden) der Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke mit gegenseitig auswechselbaren Teilen vorgenommen. Ergebnis: Bei zweckmäßigem Entwurf sind sämtliche gebräuchlichen Kollektormotoren mit Ausnahme des gewöhnlichen Repulsionsmotors in bezug auf geringen Voltampereverbrauch pro m/kg Anzugsmoment nahezu gleichwertig. Auch in hinsichtlich des Bürstenfeuers verhalten sich diese Motoren alle ähnlich. Nur in der Belastbarkeit soll der doppeltgespeiste Motor bedeutend überlegen sein, da bei ihm die Rotorspannung größer gewählt werden kann und sich dadurch der Rotorstrom verringert. Ein besonderer Vorteil des doppelt gespeisten Motors ist die Eigenschaft, durch eine einfache Umschaltung (Doppelschlußschaltung) zur Arbeitsrückgabe verwendbar zu sein. Die Erregerbürsten werden dabei, ohne die Reihenschaltung zu unterbrechen, an eine der Netzspannung proportionale Spannung gelegt. Der Leistungsfaktor ist bei der Stromrückgabe in weitem Bereich nahezu gleich 1. Versuchsergebnisse an zwei in einem Versuchswagen der Bergbahn Homburg — Saalburg eingebauten Doppelschlußmotoren für je 27 PS, 600 Volt, 480 Umdr./Min., 40 Perioden; Gewicht eines Motors 1070 kg. Der Stator besitzt eine Arbeits- und eine Erregerwicklung (Hilfswicklung). Beim Anlaufen liegen beide Statorwicklungen und die Erregerbürsten in Reihe. Der Leistungsverbrauch für 1 m/kg Anlaufmoment ist dabei 0,45 KVA. Von der bei der Bergfahrt verbrauchten Arbeit (12,87 KW) wurden bei der Talfahrt rd. 55 % (6,97 KW) zurückgewonnen. Die Motoren laufen bergauf 7 % untersynchron, bergab ebensoviel übersynchron. Bei einem vergleichenden Versuch mit Gleichstrommotoren ergab sich bei Gleichstrom ein geringer Minderverbrauch bei Bergfahrt dafür aber eine viel geringere Nutzleistung bei Talfahrt, so daß der Wechselstromwagen auf einer Hin- und Rückfahrt rd. 47 % weniger verbrauchte als der Gleichstromwagen.

Large Electric Locomotives for Heavy Service. By Bela Valatin. (Street R. Journ., 4. Jan. 1908, S. 16.)* Vergleich von Wechselstromlokomotiven mit Drehstromlokomotiven der Firma Ganz, beide mit 1500 PS bei 13,4 t und 220 Umdr. pro Min. Neuerdings infolge einiger Verbesserungen ohne Änderung der äußeren Abmessungen und der Umdrehungszahl bis 1800 PS. Ein anderer 8poliger Drehstrommotor ähnlicher Bauart hat 1100 PS, bei 3000 Volt, 220 Umdrehungen, 15 Perioden und wiegt 10 t. Letzterer wird mit dem Wechselstrommotor der Pennsylvanialokomotive verglichen, da Gewichte und Geschwindigkeiten sich bei denselben nicht wesentlich unterscheiden. Der Wechselstrommotor hat 500 PS, 6700 kg Zugkraft, 236 Umdr. pro Min., Durchmesser der Triebräder 1,83 m.

Tabelle I.

	Wechselstrommotor	Drehstrommotor
Leistung in PS	500	1100
Gewicht, G (engl. Pfund) . . .	19500	22000
Drehzahl pro Min., n	236	220
Gewichtsfaktor $\left(\frac{G \cdot n}{2200 \cdot 100 \cdot PS}\right)$.	42	20

Der Gewichtsfaktor für den Wechselstrommotor ist also mehr als doppelt so groß wie für den Drehstrommotor, d. h. der letztere würde bei gleichem Gewicht und gleicher Drehzahl mehr als das Doppelte leisten wie der erstere.

Ein Vergleich der beiden Lokomotiven selbst ergibt sich aus Tabelle II.

Tabelle II.

	Wechselstrom-lokomotive	Drehstrom-lokomotive
Gesamtgewicht der Lokomotive in t	140	66
Adhäsionsgewicht, t	100	46
Gewicht der Motoren, t	37	22
Leistung der Motoren, PS . . .	2 000	2 200
Zugkraft, bezogen auf Stundenleistung, kg	6 700	7 350
Gesamtlänge, m	18,9	12,5
Geschwindigkeit, km/St. . . .	80	80

Es werden die Vorzüge der Drehstromlokomotive geschildert, welche sich aus diesen Vergleichen ergeben.

5. Beleuchtung, Heizung und Lüftung.

Einfluß von Spannungsschwankungen auf Glühlampen. Von F. Hirschauer. (E. T. Z., 30. Jan. 1908, S. 87.)* Rechnerischer und experimenteller Vergleich der bekanntesten Glühlampen hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit auf Spannungsänderungen. Läßt man eine Lichtschwankung von 12% zu, so dürfen die Spannungsschwankungen betragen: bei Nernstlampen 1,2%, Kohlenfadenlampen 1,9%, Tantallampen 2,8%, Osmiumlampen 2,85%, Osramlampen 3,0%, Just-Wolframlampen 3,0%. Bei gleichen maximalen Lichtschwankungen braucht der Leitungsquerschnitt für dieselbe Kerzenstärke nur rd. $^1/_4$ so groß zu sein, als bei Kohlenfadenlampen. An ein vorhandenes für Kohlenfadenlampen brennendes Netz können Metallfadenlampen mit der vierfachen Gesamtlichtstärke angeschlossen werden, ohne daß unzulässige Lichtschwankungen auftreten.

Über die elektrische Beleuchtung von Eisenbahnwagen. Von K. Wallitschek. (Z. u. M., Wien, 15. Dez. 1907, S. 967 und 22. Dez. 1907, S. 988.)* Man unterscheidet: 1. Beleuchtung mit Akkumulatoren allein (reiner Akkumulatorenbetrieb), a) Langsam- und b) Schnellad ung; 2. Beleuchtung mit Akkumulatoren und Maschinen (gemischter Betrieb), a) Antrieb der Dynamomaschine von einer Dampfmaschine und b) von der Achse aus. Zu 1a: Die Ladezeit schwankt zwischen 10 und 15 Stunden, während welcher Zeit die Akkumulatoren aus dem Wagen genommen werden müssen. Zu 1b: Die Ladung der Akkumulatoren, die mittels Steeker an unterirdisch verlegte Leitungen angeschlossen werden, ist in einer Minute beendet. Zu 2a: Eine interessante Anwendung findet bei einigen Zügen in Deutschland die Lavalturbine, die mit der Dynamo auf dem Dampfkessel neben dem Dampfdom Platz findet. Zu 2b: Die Dynamomaschine darf erst von einer gewissen Umdrehungszahl bzw. Spannung an eingeschaltet werden; bei Änderung der Fahrtrichtung darf kein Polwechsel stattfinden; die Spannung an den Lampen darf bei allen Geschwindigkeiten nur innerhalb geringer Grenzen schwanken. Ausführlich werden die Systeme Stone, Böhm, Dick und Rosenberg besprochen. Den mit stets gleicher Lichtstärke brennenden Glühlampen werden aus Eisendraht bestehende Beruhigungswiderstände vorgeschaltet. Ein Versuch mit einem Beruhigungswiderstand für eine an eine Netzspannung von 86 Volt angelegte Glühlampe ergab folgendes Ergebnis: die Netzspannung sank um 15%, wobei die Spannung an der Lampe nur nur 2%, der Strom um 2,7% heruntergirg. Um Rückströme zu vermeiden, werden gewöhnlich Aluminium-Eisenzellen verwendet. Die Anzahl der in Betrieb befindlichen mit elektrischer Beleuchtung versehenen Wagen kann man auf etwa 13 000 schätzen. Das Gewicht einer vollständigen elektrischen Einrichtung eines Wagens nach Dick oder Rosenberg schwankt zwischen 550 und 750 kg, bei einem Akkumulatorenbetrieb zwischen 900 und 1000 kg. Die Kosten der Beleuchtung schwanken zwischen 0,10 und 0,15 Pf. für eine Normalkerzenbrennstunde.

6. Sonstige Ausrüstungsgegenstände.

Pay-As-You-Enter Service in Buffalo. (Street R. Journ., 11. Jan. 1908, S. 47.)* Die International Traction Comp. hat 50 Wagen der »Zahle beim Eintritt«-Gattung eingestellt.[1]) Das Eintrittsgeld wird vom Fahrgast selbst sofort beim Eintritt unter den Augen des Schaffners in einen Kasten geworfen. Umsteigescheine werden wie bisher vom Schaffner abgenommen. Der Geldbehälter ist so eingerichtet, daß der Schaffner die Münze sehen und dann auf den Boden des Behälters fallen lassen kann.

7. Mit Akkumulatoren bewegte Fahrzeuge.

Storage Battery Auto-Truck for Industrial Railways. (Elect. World, 11. Jan. 1908, S. 111.)* Die Westinghouse Comp. baut neuerdings Fabrikloren für 10 und 40 t Tragfähigkeit mit Akkumulatorenbetrieb. Die Batterie ist in dem eisernen Rahmen in vier Abteilungen eingebaut. Antrieb durch Aehsmotoren. Der Fahrsehalter hat vier Geschwindigkeitsstufen für jede Fahrtrichtung. Sechsmonatige Versuche an einer 10-t-Lore ergaben, daß bei monatlich etwa 7500 tkm rd. 63 KW.St. verbraucht werden. Bei 20 Pf. pro KW.St. betragen die Stromkosten nur M. 12,6 pro Monat. Gefahren wurde mit Lasten von 100 kg bis 15 t.

Die Elektromobile auf der Automobilausstellung Berlin 1907. Von W. A. Th. Müller. (E. T. Z., 16. Jan. 1908, S. 56.) Wagen von Heinrich Scheele, Köln, zeigen noch dieselbe Bauweise wie vor 8 Jahren (zwei Motoren pendelnd an der Hinteraehse). Norddeutsche Automobil- und Motoren-A.-G., Bremen, hat ihren alten Typ »System Krieger« beibehalten (Motoren an den drehbaren Schenkeln der Vorderachse starr aufgehängt). Ein ähnliche Anordnung hat auch Gottfried Hagen, Köln, doch baut er auch Wagen mit Radnabenmotoren. Die Siemens-Schuckertwerke vertreten eine neue Richtung im ganzen Aufbau ihrer Elektromobile (Batterie vor dem Führsitz, Verwendung von Nebenschlußmotoren). Die Bergmann-Elektrizitätswerke verwenden nur Edisonbatterien, die verhältnismäßig umfangreich und schwer erscheinen. Wirkungsgrad der alkalischen Akkumulatoren ist geringer als der der Bleiakkumulatoren. Die Bergmannwagen haben Hinterradantrieb durch nur einen Motor mit Zahnräderübersetzung und Differentialgetriebe. Die »Neue Automobilgesellschaft« (A. E. G.) stellt Wagen mit Hinterradantrieb durch zwei pendelnd aufgehängte Motoren aus. — In der Ausnutzung und Konstruktion der Motoren sind große Fortschritte gemacht, z. B. leisten die Motoren der Norddeutschen Automobil- und Motoren A.-G. rd. 5 KW bei nur etwa 70 kg Gewicht (zwei solche Motoren in einem 2000 kg schweren Wagen für 42 km/St. Geschwindigkeit). — Die vor dem Führersitz aufgestellte Batterie findet immer mehr Aufnahme.

[1]) Diese Wagengattung scheint neuerdings bei amerikanischen Straßenbahnen große Verbreitung zu finden.

Herausgegeben von Professor Dr. Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Anhang.

Die neuen Verbandsvorschriften und das Stahlrohrsystem von Peschel.

Von

Hermann Cahen.

Die neuen diesjährigen Verbandsvorschriften, die auf der Jahresversammlung am 7. Juni genehmigt wurden (siehe E.T.Z. 1907, Heft 17, S. 445—451), zeigen in ihrer äußerlichen Anordnung eine völlige Umgestaltung gegenüber der letzten Ausgabe von 1904. Sie haben hierdurch an Übersichtlichkeit ganz erheblich gewonnen; vor allem ist erreicht, daß Textwiederholungen, wie in der letzten Ausgabe, nicht mehr vorkommen.

Inhaltlich weisen die neuen Vorschriften dagegen nur wenige und nicht wesentliche Änderungen gegenüber der letzten Fassung auf. Aber auch diese unscheinbaren Neuerungen gewinnen an Wichtigkeit, wenn man das Studium der Verbandsvorschriften als einen Spiegel der jeweils herrschenden Auffassungen in den maßgebenden technischen Kreisen betrachtet.

Zunächst bedarf diese Auffassung einer Berichtigung. Denn in Wirklichkeit werden die Vorschriften, rein theoretisch genommen, niemals den Niederschlag der Anschauungen darstellen können, über die in der Kommission zwischen den beratenden Stimmen Einigkeit erzielt worden ist, abgesehen davon, daß eine absolute Einigkeit ein Ideal darstellt, das tatsächlich nicht erreicht werden kann.

Die Zusammensetzung der Kommission aus Sachverständigen und Vertretern der Industrie bietet anderseits eine gewisse Gewähr dafür, daß sprungweise Änderungen unter allen Umständen vermieden werden, und daß der Übergang der Vorschriften von veralteten zu neueren Anschauungen sich in stetiger Weise vollzieht.

Durch die frühzeitige Veröffentlichung der Vorschriften vor dem Inkrafttreten (bei den diesjährigen Vorschriften etwa $^3/_4$ Jahr) ist zwar der Industrie die Möglichkeit gegeben, neue Ausführungen zu ersinnen, die den Änderungen angepaßt sind. Die natürliche Folge davon ist aber, wie auch die Erfahrung gezeigt hat, daß in dieser Vorbereitungszeit eine ganze Reihe neuer Konstruktionen erscheinen, die alle mit dem verlockenden Titel: »den neuen Verbandsvorschriften entsprechend«, angekündigt werden, und daß der Installateur gezwungen ist, unter diesen neuen Erscheinungen, die überhaupt noch nicht erprobt sind, seine Auswahl zu treffen, weil er bei Inkrafttreten der Vorschriften mit Material versehen sein muß.

Diese Umstände machen es verständlich, wenn aus den Kreisen der Industrie und Technik stets ein starker Gegendruck ausgeübt wird gegen die Bestrebungen der beratenden Sachverständigen, die Vorschriften mit den modernen Anschauungen in der Installationstechnik in Einklang zu bringen.

Im Interesse einer stetigen und gesunden wirtschaftlichen Entwicklung sind diese Verhältnisse durchaus zu begrüßen; bieten sie doch eine Gewähr dafür, daß auch unwesentliche Änderungen nach allen Seiten sorgfältig erwogen und besprochen werden, ehe sie zur allgemeinen Annahme gelangen, und daß manchmal eingehende Versuche nötig sind, um alle Bedenken gegen eine Neuerung zu zerstreuen.

Allerdings hat dieses Zusammenwirken verschiedener Faktoren bei der Beratung der Vorschriften den Nachteil, daß die endgültige Fassung in der Regel ein Kompromiß zwischen den gegenüberstehenden Anschauungen bildet und infolgedessen keineswegs mit dem Standpunkt übereinstimmt, der einer von jeder Beeinflussung freien technischen Forschung entspricht.

Solange es sich hierbei um berechtigte wirtschaftliche Interessen der beteiligten Industrien handelt, wird man derartige Abweichungen der Vorschriften als das kleinere Übel gegenüber dem größeren materiellen Nachteil für die ausführenden Firmen in Kauf nehmen.

Es läßt sich aber nicht vermeiden, daß hierbei häufig auch recht eigennützige Motive mitsprechen und anerkannte technische Fortschritte nur deshalb verworfen werden, weil die den Markt beherrschenden Fabriken in der Neuerung einen gefährlichen Konkurrenten für ihre eigenen bewährten Systeme erblicken. Das sind natürlich Schattenseiten derartiger allgemeinen Vorschriften, die nur bei sorgfältig erwogener und von durchaus unparteiischem Standpunkte gegebener Fassung der einzelnen Bestimmungen vermieden werden können.

Wenn trotz dieser Schwierigkeiten und trotz der großen Mannigfaltigkeit der Meinungen, die bei der Abfassung der Vorschriften zu berücksichtigen und in Erwägung zu ziehen sind, der große von diesen Vorschriften direkt beeinflußte Zweig unserer Industrie bisher sich willig diesen Bestimmungen angepaßt hat, so ist dies ein Beweis für die Vorsicht und Sorgfalt, mit der die Sicherheitskommission sich ihrer mühevollen Arbeit unterzogen hat. Besonders verdient die neue Fassung in ihrer klaren Übersichtlichkeit die anerkennenden Worte, die der Vertreter der preußischen Regierung, Herr Geh. Oberregierungsrat Jäger, auf dem vorjährigen Verbandstag in Hamburg am 7. Juni ausgesprochen hat.

Wenn man versucht, eine gewisse einheitliche Richtung festzustellen, nach der sich die Entwicklung der Vorschriften zu vollziehen scheint, so kann man diese etwa dahin definieren, daß das Bestreben vorherrscht, den Nachdruck auf die Schaffung von einheitlichen Vorschriften für bestes und zuverlässiges Installationsmaterial zu legen und hierdurch die Vorschriften für die Anwendung dieses Materials immer mehr zu vereinfachen oder überflüssig zu machen.

Die großen Fortschritte auf dem Gebiete der Massenfabrikation und die Möglichkeit, auch unwesentliche Vorteile bei der Fabrikation in systematischer Weise auszunutzen, führen von selbst dahin, dem fertigen Material eine solche Beschaffenheit und Gestalt zu geben, daß bei der Verwendung desselben soviel wie möglich an dem teueren Lohn für die Handarbeit gespart wird. Andererseits gestattet diese Ersparnis, für die Verwertung des Materials besser geschulte und dementsprechend teuerere Spezialarbeiter zu verwenden.

Es ist nicht schwer, dieses Bestreben, den Nachdruck auf die Vervollkommnung des Materials zu verlegen, in der Entwicklung der Vorschriften zu verfolgen. Hierhin gehören zunächst diejenigen Verlegungsmittel, die schon seit Erscheinen der ersten Vorschriften (1896) aus der Reihe der zulässigen Materialien gestrichen wurden, obwohl sie bis dahin außerordentlich beliebt und verbreitet waren; dies sind die Holzleisten und die Metallkrampen.

Bei beiden Materialien hat sich erst nach langjährigen Erfahrungen herausgestellt, daß sie zwar in vielen Fällen bei sachgemäßer Montage sich als ausreichend erwiesen, daß man aber nicht imstande war, für diese Verlegungsarten allgemein gehaltene Montagevorschriften aufzustellen, durch die ihre Zuverlässigkeit in jeder Hinsicht gewährleistet war. Es war deshalb richtig, ihre Anwendung lieber gänzlich zu untersagen, als die Entscheidung über ihre Zulässigkeit in schwer zu fassenden Regeln niederzulegen und hierdurch in das Ermessen des Installateurs zu stellen.

Bei einem anderen Verlegungsmaterial, der Leitungsschnur, kann man eine umgekehrte Entwicklung beobachten. Die Schnurverlegung fand sehr schnell Eingang, weil sie für bewohnte und gut ausgestattete Räume das einzige Mittel hot, um die Leitungen in gefälliger und wenig auffallender Weise zu befestigen und der gesamten Einrichtung anzupassen. Dieses Material kam jedoch schon nach verhältnismäßig kurzer Verwendung in Verruf, und zwar hauptsächlich, weil anfangs die Umspinnung der Schnüre eine zu geringe Widerstandsfähigkeit besaß, die auf das kleinste Maß beschränkte Gummibaudisolation nicht standhielt und die dünnen Einzeldrähtchen bei mangelhafter Montage häufig zu Kurzschlüssen und Feuererscheinungen Anlaß gaben.

Wenn auch die Verlandsvorschriften die Schnurverlegung unter besonderen Einschränkungen weiter gestatteten, so gingen doch einzelne Elektrizitätswerke bald dazu über, sie aus den angegebenen Gründen völlig zu verbieten. Auch für die Verbandsvorschriften bildeten sie stets ein Material, dem wegen seiner Feuergefährlichkeit größere Sorgfalt gewidmet werden mußte; für transportable Stromverbraucher mußten bis jetzt die biegsamen Leitungen allpolig gesichert werden, wodurch für diese Leitungen die Minderwertigkeit gegenüber den fest verlegten bewiesen war.

Die neuen Vorschriften haben auch hierin Wandel geschaffen, indem sie der Leitungsschnur volle Gleichberechtigung mit den übrigen Leitungsmaterialien erteilt haben. Jeder besondere Hinweis auf die Verlegung von Schnurleitungen ist in den eigentlichen Vorschriften vermieden; nur die kleingedruckten Ausführungsregeln enthalten hierfür das Alternotwendigste. Die Vorschrift besonderer Sicherungen für transportable Stromverbraucher ist jedoch verschwunden.

Allerdings konnte man diesen Fortschritt nur dadurch erreichen, daß man in den Vorschriften selbst für eine einwandfreie Vervollkommnung des Schnurmaterials sorgte, und dies war nur möglich durch Ausschaltung derjenigen Ausführungen, die sich bisher als unzuverlässig erwiesen hatten. Man hat deshalb die Gummibandschnüre vollkommen untersagt und nur noch Gummiadernschnüre zugelassen. Für diese bestehen bereits seit einigen Jahren allgemein durchgeführte besondere Normalien; man konnte deshalb mit der guten und zweckentsprechenden Beschaffenheit dieses Materials rechnen.

Es ist zu hoffen, daß diese bei Abfassung der neuen Vorschriften Ausschlag gebenden Anschauungen das Vertrauen zu der Verlegung mit Leitungsschnüren wiederherstellen und diesem für die Hausinstallation so wichtigen und bequemen Material wieder zu seinem vollen Recht verhelfen werden.

Ein anderes Verlegungssystem, das nachstehend eingehender behandelt werden soll, und um das gleich nach seinem ersten Bekanntwerden ein heftiger Streit der Meinungen entbrannte, ist das nach seinem leider zu früh verstorbenen Erfinder Alexander Peschel[1]) genannte Stahlrohrsystem.

Es handelt sich hierbei um ein Netz von Rohren aus relativ dünnem Stahlblech, die zur Einziehung der Leitungen dienen und die, im Gegensatz zu den damals wenigstens in Deutschland allgemein üblichen Rohrsystemen, keine innere Isolierauskleidung besitzen.

Die Verwendung unisolierter Metallrohre war damals nichts Neues, sondern stammt schon aus den Anfängen der Installationstechnik und ist auch von den Verbandsvorschriften bereits in ihrer ersten Fassung zugelassen worden. In der ersten Zeit benutzte man jedoch nur da Metallrohre, wo die anderen Verlegungsarten nicht ausreichten oder den Leitungen einen zu geringen Schutz gewährten, vor Allem bei Neubauten unter Putz oder zwischen Decke und Fußboden. Da man hierfür aber kein besonderes Rohrsystem besaß, so nahm man die im Handel überall erhältlichen Gasrohre. Diese hatten allerdings den Uebelstand, daß sie häufig inwendig Unregelmäßigkeiten, Metallgrat oder Splitter enthielten, die man erst entfernen mußte. Ferner war es meistens nötig, die Rohre innen und außen mit einem rostschützenden Überzug zu versehen, was im allgemeinen während der Montage gesehehen mußte.

Für die Verbindung dieser Rohre unter sich verwendete man die für die Gasinstallation gebräuchlichen Gewindemuffen, einmal weil man andere Verbindungsstücke für diese Rohre nicht kannte, und andererseits, weil in den meisten Fällen, in denen Gasrohr verwendet wurde, man auf einen wasserdichten Abschluß des Rohrnetzes glaubte Wert legen zu müssen.

Infolge dieser Vorbearbeitung, der schwierigen Montage beim Anpassen und Gewindeschneiden sowie dem hohen Preis der Gasrohre selbst stellten sich zwar die Kosten einer solchen Verlegung unverhältnismäßig hoch, zumal auch die Isolation der Drähte selbst wegen der innigen Berührung mit dem ungeschützten Rohr besser und teurer sein mußte; aber dies kam solange weniger in Betracht, als man diese Installationen nur in besonders schwierigen Fällen oder bei großen wichtigen Anlagen verwendete, bei denen die Kosten nicht dieselbe Rolle spielen, wie bei den täglich vorkommenden Anlagen.

Wenn diese Verlegungsart außer für obige Zwecke vorläufig keine weitere Verbreitung fand, so lag dies hauptsächlich daran, daß man seit Beginn der 90er Jahre, das aus Amerika stammende Isolierrohrsystem von Bergmann besaß, welches schon nach ganz kurzer Zeit sich die erste Stelle unter den Verlegungssystemen errang.

Durch die sinnreiche Ausarbeitung von Zubehörteilen, Dosen, Verbindungsstücken aller Art, verstand es die damalige Firma Bergmann & Co. ihr System in so vollkommener Weise auszubilden und auch den schwierigsten praktischen Anforderungen anzupassen, daß dieses schnell zu einem unentbehrlichen Hilfsmittel für den Installateur und vorbildlich für eine Reihe anderer ähnlicher Isolierrohrsysteme geworden ist. Der amerikanische Erfinder dieses Systems, Edwin Truemann Greenfield in New-York, hatte die Rohre zunächst als Ersatz für die Drahtisolation selbst erdacht, in der Absicht, den blanken Leitungsdraht in diese einzuziehen. Seltsamerweise behielt diesen ursprünglichen Charakter eines Isolationsmittels das Rohrsystem auch später in all seinen weiteren Vervollkommnungen und hat dieses hauptsächlich dazu beigetragen, daß sich über die Rohrverlegung selbst in der Fachwelt vielfach eine durchaus irrige Meinung gebildet hat. Bei der praktischen Einführung des Isolierrohres hatte man wohl erkannt, daß auch für einzeln verlegte Leitungen das Rohr die Isolation des Drahtes selbst nicht ersetzen kann und daß deshalb der Draht genau so gut wie für jede andere Verlegungsart isoliert werden mußte, sodaß das Rohr höchstens als eine Ergänzung der Isolation betrachtet werden konnte, in der Hauptsache aber als Schutz für den isolierten Draht diente.

Aber selbst als man sehr bald nach den ersten praktischen Erfahrungen mit dem Papierrohr bemerkte, daß seine mechanische Widerstandsfähigkeit für die meisten Fälle nicht ausreichend war, und man dazu überging, das Rohr mit einem Metallmantel zu umkleiden, hielt man immer noch daran fest, daß das Rohr in der Hauptsache als Isolationsmaterial diesen sollte.

Diese Verkennung des Rohrsystems stand bereits damals in einem seltsamen Widerspruch zu den Verbandsvorschriften, weil diese an Isolationsmaterialien, die gleichzeitig auf mechanische Festigkeit beansprucht werden, ganz andere Forderungen stellten, als das ursprüngliche Papierrohr erfüllen konnte.

Für Installationen in trockenen Räumen und bei der früher allgemein gebräuchlichen niedrigen Spannung hatte diese Auffassung keinen Nachteil zur Folge; sie wurde erst verhängnisvoll, als man das Papierrohr in obigem Sinne auch für schwierigere Fälle, in feuchten Räumen und für höhere Spannungen verwendete und hierbei, im Vertrauen auf die Isolationsfähigkeit der Rohre glaubte, die Isolation der Leitungen selbst nicht den höheren Ansprüchen anpassen zu müssen.

Daß diese Ansicht eine irrige war, zeigt deutlich die Entwicklung der Verbandsvorschriften.

Während in der I. Auflage aus dem Jahre 1896 die Rohrverlegung ohne jede Einschränkung offen oder verdeckt auch für Gummibandleitungen zugelassen war, enthält schon die II. Auflage von 1898 die Einschränkung, daß Gummibandleitungen nur in Isolierrohren verlegt werden dürfen, während in unisolierten Metallröhren nur Gummiaderdrähte zulässig waren. Dieser Bestimmung lag also die Auffassung zugrunde, daß das Isolierungsmaterial des Rohres zusammen mit der minderwertigen Gummibandisolation der Isolation einer Gummiader gleichkäme.

Bei der dritten Ausgabe von 1902 machten sich bereits die schlechten Erfahrungen mit dem ungeschützten sogenannten schwarzen Isolierrohr geltend, und es kam deshalb die weitere Einschränkung hinzu, daß Papierrohre ohne Metallüberzug nicht unter Putz verwendet werden dürfen. (§ 30a)

Nachdem die vierte Ausgabe der Niederspannungsvorschriften von 1904 keine weiteren Änderungen gebracht hatte, ist in den neuerschienenen diesjährigen Vorschriften ein be-

[1]) S. A. Peschel, Hilfsbuch für die Montage elektrischer Leitungen zu Beleuchtungszwecken. Zweite Aufl. 1903, S. 202.

merkenswerter Umschwung in der Behandlung der Rohrinstallationen zu verzeichnen. Zunächst sind laut § 264 Papierrohre ohne Metallüberzug überhaupt untersagt. Hierbei ist übrigens wohl als selbstverständlich vorauszusetzen, daß sich dieses Verbot auch auf Rohre aus anderem Isolierstoff bezieht, dessen Festigkeit der Papierisolation ungefähr entspricht.

Ferner ist die Verwendung von Gummibandleitungen auch in Rohren mit Isoliereinlage lediglich auf die Verlegung in trockenen Räumen und über Putz bis zu Spannungen von 125 Volt beschränkt worden. Hierbei geht aus dem betreffenden § 21 g, Ausführungsregel 10, nicht ganz deutlich hervor, ob bei Gummibandleitungen für die Metallrohre eine innere Isolierung vorgeschrieben wird. Meiner Ansicht nach ist dies nach der Fassung der Regel 10 nicht nötig und würde auch in dem ganzen Zusammenhang nicht begründet sein, da die Gummibandleitungen nur für Spannungen bis 125 Volt in trockenen Räumen zugelassen sind; z. B. bei einer Spannung von 20 oder 30 Volt, für welche obige Regel also auch gültig wäre, ist eine solche Isolierauskleidung keinesfalls nötig.

Wenn hiermit auch nicht behauptet werden soll, daß bei Rohrverlegung über Putz und bis 125 Volt es sich unter allen Umständen empfiehlt, Gummibandleitungen in ungeschützte Metallrohre einzuführen, so ist doch mit obigem erwiesen, daß nach dem jetzigen Standpunkt der Verbandsvorschriften die Isolation im Metallrohr in keinem einzigen Falle direkt vorgeschrieben ist, mit anderen Worten, daß die nebensächliche Bedeutung dieser Isolierung als solcher zugegeben wird.

Hiermit ist endlich anerkannt, was von Peschel seit der ersten Bekanntmachung seines Rohrsystems immer wieder behauptet wurde, daß das Isolierrohr an und für sich ein unzuverlässiges Isoliermaterial ist, und als solches nur gebraucht werden darf, wo an seine Beständigkeit gegen Nässe und mechanische Einflüsse keinerlei Ansprüche gestellt werden. In allen anderen Fällen, d. h. in feuchten Räumen oder unter Putz, bietet die Isolierauskleidung keinerlei Vorteil, sondern es müssen die Leitungen selbst genau wie bei unisolierten Rohren mit der zur Zeit bekannten besten Isolation, der nahtlosen Gummiumhüllung, versehen sein.

Es ist hiernach nur eine Frage der Zeit, daß man in allen diesen Fällen, wo die isolierende Einlage in den Rohren nicht mehr als Ergänzung oder Unterstützung der Drahtisolation betrachtet werden kann, schon der Kosten wegen auf diese verzichten wird, denn hiermit fällt eben der einzige Vorteil weg, den das Isolierrohr dem billigeren Metallrohr gegenüber besitzt.

Nachdem heute diese Ansicht in den neuen von der preußischen Regierung als maßgebend anerkannten Verbandsvorschriften festgelegt und hierdurch für ihre allgemeine Gültigkeit gesorgt ist, kann ich mir nicht versagen, die betreffende Stelle hierüber aus dem erwähnten Buch von Peschel zu wiederholen, weil sie wie kaum eine andere beweist, wie klar diese Verhältnisse von dem Erfinder des Stahlrohrsystems bereits erkannt worden sind.

Seite 216 des Hilfsbuches für die Montage elektrischer Leitungen, II. Auflage 1903, heißt es: „Wir haben zwei Rohre, von denen das eine mit isolierender Einlage versehen ist, Fig. 423, während das andere ein blankes Metallrohr darstellt, Fig. 424. Da sich in dem Rohr Kondenswasser bildet, wie es in den Figuren schematisch angedeutet

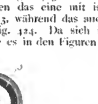


Fig. 423.

Fig. 424.

ist, so wird sich dasselbe bei dem Rohr mit isolierender Einlage zwischen der Isolierschicht *f* des Metallrohres und der Isolation des Drahtes ansammeln, also die Isolation der in dem Rohr liegenden Drähte vermindern, oder ganz aufheben, wenn nicht die Drähte so isoliert sind, daß sie die Einwirkung der Feuchtigkeit vertragen können. Die Isolation der Rohre schutzt also in diesem Fall nicht die Drähte vor Feuchtigkeit, sondern die innere Wand des Metallrohres. Denken wir uns nun die isolierende Auskleidung des Rohres von dem Metallrohr abgenommen und direkt auf den Draht gelegt und auch wieder das Rohr mit Kondenswasser gefüllt so ist es klar, daß beide Isolierschichten, die Isolierschicht *f* und die des Drahtes, gemeinsam den eigentlichen Leitungsdraht vor den schädlichen Einwirkungen der Feuchtigkeit bewahren. In der Praxis wird man natürlich nicht auf den isolierten Draht eine imprägnierte Papierschicht auflegen, sondern vielfach eine bessere Sorte Drahtisolation verwenden, welche gegen Feuchtigkeit widerstandsfähig ist. Da die Isolation auf dem Draht von einer Verbindungsstelle bis zur anderen ununterbrochen weiterläuft, so ist diese Anordnung unzweifelhaft elektrisch besser als die zuerst besprochene."

Diese Wandlung der Anschauungen über die Rohrverlegung ist übrigens auch bei den Hochspannungsvorschriften zu verfolgen. Während die erste Auflage für die s. Zt. sogenannten Mittelspannungsanlagen zwischen 250 und 1000 Volt vom Jahre 1900 keinerlei Einschränkung für diese Verlegungsart kennt, gestatten die späteren Hochspannungsvorschriften von 1904 die Rohrverlegung unter Putz nur bis zu Spannungen von 500 Volt (§ 30a), auch eine Folge der bis dahin gesammelten Erfahrungen mit dieser Installationsart. Im gleichen Sinne heißt es in demselben § 30 unter f wörtlich: Leitung, die in ein Rohr eingezogen werden soll, muß für sich die der Spannung entsprechende Isolierung haben; d. h. die Isolierung der Rohre wird als nicht vorhanden oder nicht wirksam betrachtet.

In den letzten diesjährigen Vorschriften war infolge der neuen Auffassung der Rohrinstallationen keinerlei Einschränkung für Hochspannungsanlagen geboten, es wird nur eine besonders gute mechanische und chemische Festigkeit der Rohre verlangt.

Zu dieser Entwicklung hat nicht zum wenigsten beigetragen, daß die bekannten englischen Stahlrohrsysteme, die fast ausschließlich ohne innere Isolation benutzt werden, seit längerer Zeit im Auslande sich einer großen Beliebtheit erfreuen. Bei der Einführung dieser Systeme waren die Ansichten über die erforderliche Isolation des Drahtes für die verschiedenen Verhältnisse nicht einmal so geklärt wie heute. Aber gerade bei dieser Verlegung konnte die Wahl einer zu geringen Drahtisolation kaum zu größeren Unzuträglichkeiten führen, was dem praktischen Sinn der Engländer nicht entgangen sein dürfte.

Denn bei richtiger Verlegung der Leitungen selbst kann ein Isolationsfehler in einem geschlossenen oder auch mit offener Naht versehenen Stahlrohr niemals bedenkliche Begleiterscheinungen zur Folge haben, weil das Rohr selbst unverbrennbar ist und jeder Verbrennungsprozeß bei dem unvollkommenen Luftzutritt sehr bald erstickt wird. Daß kommt aber der außerordentliche Vorteil, daß nach Entdeckung einer fehlerhaften Stelle die Leitung in kürzester Zeit durch eine andere bessere ersetzt werden kann, ohne daß man zu befürchten braucht, an der Fehlerstelle den Rohrquerschnitt zu beeinträchtigen und das Durchziehen des Drahtes zu erschweren; dieser Übelstand tritt gerade bei dem isolierten Rohrsystem häufig genug auf, besonders wenn der Fehler durch von außen eingedrungene Feuchtigkeit verursacht war.

Im übrigen wird man auch im Auslande bald genug die Erfahrung gemacht haben, daß die ungeschützten Stahlrohrsysteme Gummiadernisolation erfordern, weil bei Verwendung von Gummibanddraht und bei hohen Spannungen ein genügender Isolationszustand im Anfang zwar erreicht werden kann, auf die Dauer aber nicht standhält.

Das bisher über die Rohrverlegung erwähnte, kommt im wesentlichen mit dem überein, was auch Peschel seit der ersten Veröffentlichung seiner Erfindung in Wort und Schrift betont hat, und was besonders in der ersten Zeit auf das hartnäckigste von den Anhängern der Isolierrohre bekämpft und bestritten wurde. Aber Peschel hatte, wohl in sicherer Voraussicht der kommenden Entwicklung dieser Frage, seine Ansehauungen eigentlich für selbstverständlich gehalten, sowie er auch die Überlegenheit der englischen unisolierten Systeme

über die damals üblichen Isolierrohre sofort richtig erkannte. Was er mit seinem Rohr, über diese englischen Systeme hinaus, erreichen wollte, war nicht nur die vollkommene Sicherung der Leitungen gegen mechanische Beschädigung, sondern auch vor allem ein rein elektrischer Schutz gegen Übertritt der Spannung auf Personen oder benachbarte Metallteile. Als sicherste Gewähr für einen solchen Schutz hatten die Verbandsvorschriften für Hochspannungsanlagen bereits die Erdung des ganzen Rohrsystems empfohlen, und zwar findet sich diese Bestimmung bereits im ersten Entwurf der Sicherheitsregeln für Hochspannungsanlagen vom Jahre 1897. (§ 19 b).

Peschel ging von dem richtigen Gedanken aus, daß bei dem aus wirtschaftlichen Rücksichten gebotenen Bestreben, mit der Verbrauchsspannung immer höher zu gehen, sich sehr bald die Notwendigkeit zeigen müßte, auch bei gewöhnlichen Beleuchtungsanlagen und Hausinstallationen ein geerdetes Rohr- und Schutznetz herstellen zu können. Schließlich mochte ein solches auch bei Spannungen unter 250 Volt in vielen Fällen durchaus erwünscht oder selbst notwendig sein, nachdem sich inzwarteterweise gezeigt hatte, daß diese Spannung für manchen »schmierigen« Betrieb mit Lebensgefahr verbunden ist.

Wenn man trotzdem davon absah, einen derartigen Schutz in den erwähnten Betrieben zu verlangen, obwohl man ihn als den besten und ausreichend selbst für hohe Spannungen erkannte, so lag der Hauptgrund darin, daß es kein einfaches und billiges Material gab, um die Rohre an den Stoßstellen gut leitend zu verbinden.

Bei der üblichen Verbindung der metallgeschützten Isolierrohre wurde die Verbindungsmuffe vielfach mit angewärmter Isoliermasse abgedichtet, wirkte also in elektrischer Hinsicht eher isolierend als verbindend. Nur bei denjenigen Rohrsystemen, die zum Zwecke eines wasserdichten Abschlusses mit Schraubmuffen ausgerüstet waren, wie das Bergmann'sche Stahlpanzerrohr und die englischen verschraubbaren Rohrsysteme, war eine elektrische Verbindung der Rohre ohne besonders ausgebildete Verbindungsteile möglich.

Der Hauptnachteil dieser Verlegungsart bestand, wie bereits oben erwähnt, in ihren hohen Kosten; denn die Rohre selbst werden, da sie für wasserdichten Abschluß der Leitungen durchgeführt sind, verhältnismäßig schwer und teuer, schon deshalb, weil sie für die Unterbringung des Gewindes einer bestimmten nicht zu geringen Wandstärke bedürfen. Schließlich ist auch die Montage eines verschraubbaren Rohrsystems wegen der Notwendigkeit des Gewindeschneidens und der schwereren Ausführung der Rohre zeitraubender und teurer als die der gewöhnlichen Systeme.

Diese Schwierigkeit wurde von Peschel nach eingehenden Versuchen dadurch überwunden, daß er die Rohre mit einem klaffenden Längsschlitz versah und aus relativ dünnem Stahlblech herstellte, sodaß sie in ihrer ganzen Länge stark federn.

Diese federnden Rohre werden an den Stoßstellen einfach durch glatte Muffen verbunden, die so bemessen sind, daß die Rohre beim Einschieben sich unter starkem Druck zusammenbiegen. Rohre und Muffen können in der Fabrik leicht so gleichmäßig hergestellt werden, daß der auf diese Weise erzielte Kontakt bei richtiger Montage vollkommen zuverlässig ist. Es muß natürlich bei der Erdung des Rohrnetzes jede Verbindungsstelle als elektrischer Kontakt betrachtet und dementsprechend sorgfältig behandelt werden.

Diese Lösung der Frage war zu einfach, um nicht sehr bald auf lebhaften Widerspruch in den Fachkreisen zu stoßen. Hierbei sprach auch mit, daß das System sofort die Konkurrenz mit den bestehenden Rohrsystemen aufnehmen mußte, die ihm ihr Bezug auf systematische Durchbildung aller Zubehörteile anfangs natürlich überlegen waren und vor allem auch aus dem damals in Deutschland herrschenden Vorurteil gegen unisolierte Rohre Nutzen zogen. Dazu kam, daß nun auf Grund der damaligen Anschauungen dieses Rohrsystem als völlig ungeeignet zur Verlegung unter Verputz oder für alle die Verhältnisse hielt, bei denen man eine sogenannte wasserdichte Verlegung verlangte. Zielt man hierüber die Verbandsvorschriften zu Rat, so findet sich in den beiden ersten Auflagen von 1896 und 1898 in § 106 letzter Absatz folgende Bestimmung:

»Die Rohre sind so zu verlegen, daß sich an keiner Stelle Wasser ansammeln kann. Nach der Verlegung ist die höher gelegene Mündung des Rohrkanals luftdicht zu verschließen.«

Aus der letzten Vorschrift geht demnach hervor, daß man es für selbstverständlich hielt, daß die Rohre selbst geschlossen und einigermaßen wasserdicht waren, ja, daß man dies nicht einmal glaubte besonders erwähnen zu müssen. Die folgende Ausgabe von 1902 enthält in § 30 h nur den ersten Satz von dieser Bestimmung, während der luftdichte Verschluß nicht mehr verlangt wird. Man war also inzwischen zu der Erkenntnis gekommen, daß es auch in anderer zuverlässiger Weise möglich war, das Ansammeln von Wasser zu verhüten. Bekanntlich besteht dies auch heute noch darin, daß man die Rohre mit Gefälle verlegt und an den tiefsten Punkten durch geeignete Öffnungen in den Verbindungsdosen den Abfluß des Wassers ermöglicht. Dieses System ist nicht nur sicherer als der luftdichte Verschluß, sondern das einzig Zweckmäßige, weil selbst bei noch so gutem Verschluß niemals die Ansammlung von Kondenswasser verhindert werden kann und man aus diesem Grunde doch die Abflußstellen anordnen muß. Von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet wäre also ein Rohr mit Längsschlitz unter normalen Verhältnissen einer wasserdichten Rohranlage vorzuziehen. Es spricht sicherlich für den weiten Blick des Erfinders, daß er auch diesen Vorteil seines Rohrsystems zu einer Zeit erkannt hat, wo die allgemeine Ansicht der Fachwelt das Gegenteil verlangte.

Außer diesen beiden Vorurteilen gegen das unisolierte Rohr und gegen den Längsschlitz bestand ein drittes nicht minder verbreitetes, das ebenfalls dem Erfinder vom ersten Tage des Bekanntwerdens seines Systems entgegentreten war.

Peschel hatte nämlich bei der Ausarbeitung seines Rohrsystems zwei Verwendungsarten im Auge. Die erste, die wohl den Anstoß zu der Idee gegeben hatte, war die Benutzung des Rohres zur Herstellung eines geerdeten Schutzes, der die isolierten Leitungen an allen Stellen mechanisch und elektrisch von der Umgebung abschloß. Die zweite aber, von Peschel als ebenso wertvoll erkannte Verwendungsart war die Nutzbarmachung des Rohres selbst als Leiter für den Betriebsstrom, entweder bei Zweileiteranlagen in Verbindung mit einem eingezogenen isolierten Draht, oder bei Mehrleiteranlagen als geerdetes Mittelleiter.

Um das Rohr in dieser Weise verwenden zu können, war es natürlich erforderlich, daß der mit dem Rohrnetz in Verbindung stehende Pol bis zu den einzelnen Verbrauchsstellen geerdet durchgeführt wurde. Diese Anordnung jedoch stieß damals auf noch größeren Widerspruch als die Fortlassung der inneren Isolation, obwohl auch sie bereits in vereinzelten Fällen durchgeführt war.

Wenn man nach den Gründen dieser Stellungnahme eines großen Teils der Fachwelt fragt, muß man auf die Entwicklung des Begriffs der Erdung selbst zurückgehen.

Die allerersten praktischen Versuche, die elektrische Arbeit über größere Gebiete zu verteilen, lehnten sich an die bekannten Leitungsanordnungen der Schwachstromtechnik an, bei der, wie auch heute noch, die Erde in ausgleichender Weise als Leiter mitbenutzt wird. Man hatte aber wohl sehr bald in dieser Richtung die Erfahrung gemacht, daß, so gut sich diese Anordnung bei Schwachstrombetrieben eignete, sie bei den in Beleuchtungsanlagen auftretenden starken Strömen völlig versagte. Dazu kam die Erkenntnis, welche verderbliche Wirkungen eintreten, wenn infolge mangelhafter oder schadhafter Isolation eine Starkstromanlage Erdschluß bekam, und so wurde es bald eine der wichtigsten Aufgaben der Installationstechnik, auf Mittel zu sinnen, um eine Anlage mit hinreichender Isolation gegen Erde aussstatten und sie in diesem Zustand dauernd zu erhalten.

Dabei wurde besonders in den Vorschriften der Elektrizitätswerke im allgemeinen strenger auf einen guten Isolationszustand der Leitungen gegen Erde als unter sich gesehen. Denn jeder Isolationsfehler gegen Erde verdarb die Gesamtisolation des Netzes und machte sich deshalb im Betrieb sofort bemerkbar, während ein Fehler zwischen zwei Leitungen für den Betrieb minder unangenehm war und vor allem auch

unter Umständen erst durch unrichtige Zähleranga̲ben bemerkt werden konnte.

Aber trotz der strengsten Vorsicht und Kontrolmaßregeln war es bald ein offenes Geheimnis, daß die meisten Gleichstromelektrizitätswerke praktisch mit einem Pol an Erde arbeiteten (im allgemeinen dem negativen), denn es erwies sich auf die Dauer einfach als unmöglich, beide Pole in gleicher Weise auf dem ursprünglichen guten Isolationszustand zu erhalten.

Nachdem man erkannt hatte, daß alle Mittel gegen die langsame aber stetig fortschreitende Verschlechterung der Isolation des negativen Pols sich als wirkungslos erwiesen, mußte man sich schließlich mit dieser Thatsache abfinden, was um so leichter geschehen konnte, als die Wirksamkeit des Elektrizitätswerkes hierdurch in keiner Weise beeinträchtigt wurde. Allerdings fand man hierin keinen Anlaß, auch die Vorschriften für die Hausinstallationen entsprechend zu ändern. Da jedoch die meisten der Gleichstromwerke nach dem Dreileitersystem arbeiteten, zeigte sich der Übelstand, daß bei Erdung des negativen Pols der Mittelleiter die halbe und der positive Pol die volle Spannung gegen Erde erhielt. Diese Spannung von mindestens 220 Volt konnte sich bei den Hausanlagen schon in unangenehmer Weise bemerkbar machen, und da man nun doch damit zu rechnen hatte, daß ein Pol praktisch an Erde lag, so griff man zu dem naheliegenden Mittel, dies nicht mehr dem Zufall und der Zeit zu überlassen, sondern fortan stets den Mittelleiter dauernd mit der Erde zu verbinden. Auf diese Weise war man sicher, daß kein Punkt des Netzes mehr als die halbe Spannung gegen Erde annehmen konnte.

Auch diese Entwicklung geht deutlich aus den Verbandsvorschriften hervor.

Während in der ersten Fassung von 1896 geerdete Leitungen nur nebenbei erwähnt werden (§ 6 und 12c), sind in der zweiten Auflage von 1898 bereits betriebsmäßig geerdete Leitungen berücksichtigt und zwar auch in Verbindung mit den Mittelleitern von Mehrleitersystemen (§ 12a). Die dritte Ausgabe von 1902 entschließt sich erst zu dem weiteren Schritt, die Erdung des Mittelleiters bei Dreileiteranlagen, die bis dahin praktisch bereits zur Regel geworden war, ausdrücklich vorzuschreiben (§ 22).

Diese Vorschrift wurde aber ursprünglich lediglich in dem oben angeführten Sinn gegeben und aufgefaßt, nämlich, um zu vermeiden, daß irgend ein Punkt der Anlage mehr als die halbe Außenleiterspannung gegen Erde erhalten könnte. Sie wurde erfüllt, indem man entweder den Mittelleiter im Kabelnetz blank verlegte, oder ihn bei durchlaufender Isolierung nur in dem Kraftwerk und an einzelnen Punkten des Netzes an Erde legte.

Es ist jedenfalls sehr merkwürdig, daß die weitere Durchführung dieses Gedankens, d. h. die Verwendung des blanken geerdeten Mittelleiters bis zu den einzelnen Verbrauchsstellen auch heute noch vielfach dem größten Widerstand begegnet. Die offenbaren Vorteile dieser Anordnung sind zwar längst bekannt, wie ja auch schon die ersten Verbandsvorschriften darauf hinweisen, daß in betriebsmäßig geerdeten Leitungen weder Sicherungen noch Ausschalter zulässig oder erforderlich sind, ebenso daß bei geerdetem Nulleiter das oft als lästig empfundene Isolieren der Beleuchtungskörper nicht nötig ist; wenn sich trotz dieser wesentlichen Vereinfachung der Anlage bei durchgehend geerdetem Leiter diese Anordnung auch heute noch sehr schwer Eingang verschafft, so sollte man meinen, daß schwerwiegende Gründe hiergegen vorliegen müßten. Betrachtet man diese jedoch genauer, so kann man hauptsächlich drei Einwände immer wieder finden.

Zunächst wird geltend gemacht, daß infolge der Spannungsverluste in der geerdeten Leitung diese selbst Spannungsunterschiede gegen Erde aufweist, die groß genug sind, um elektrolytische Zerstörungen des Materials herbeizuführen.

Weiter, wenn die Verbindung einer geerdeten Leitung an irgend einer Stelle z. B. infolge einer Beschädigung unterbrochen wird, so kann der abgetrennte Teil, sobald er durch Einschalten eines Stromverbrauchers mit dem anderen Pol in Verbindung kommt, die volle Spannung annehmen und hierdurch zu Verletzungen von Personen oder Feuererscheinungen Anlaß geben.

Schließlich besteht die Möglichkeit, daß bei späteren Veränderungen der Anlage der geerdete Leiter mit dem anderen verwechselt und dieser weder mit Sicherungen noch Ausschaltern versehen wird, während der nicht isolierte Leiter Spannung gegen Erde erhält.

Diese Einwände, zu denen vielleicht auch noch andere weniger stichhaltige hinzukommen, sind es hauptsächlich, die heute noch viele Elektrizitätswerke veranlassen, auch bei geerdetem Mittelleiter im Netz in den Anschlußanlagen selbst eine vollständig gleiche Isolation aller Leitungen vorzuschreiben.

Dieser Standpunkt ist aber nicht zu rechtfertigen; denn es widerspricht den allgemeinen technischen Grundsätzen, daß Einrichtungen, die anerkannte Vorteile besitzen, deshalb abgelehnt werden, weil sie auch gewisse Nachteile mit sich bringen, es entsteht vielmehr die Forderung, um der Vorteile willen auf geeignete Mittel zu sinnen, wie den Nachteilen wirksam zu begegnen ist.

Zunächst schließt der erste der angegebenen Einwände eine große Unkonsequenz in sich ein. Denn wenn wirklich, wie es ja auch der Fall ist, die in den geerdeten Leitungen auftretenden Spannungsverluste eine Gefahr mit sich bringen können, so muß eben nach Mitteln gesucht werden, um diese Spannungen unschädlich zu machen. Es handelt sich hierbei nur um einige Prozente der Betriebsspannung, und es ist deshalb ungereckt, zum Schutz gegen diese Spannungen dieselbe Isolation zu verlangen wie für die ganze Spannung. Dies wird auch bereits von einigen Elektrizitätswerken anerkannt, die für die geerdeten Mittelleiter eine etwas geringere Isolation zulassen als für die Außenleiter. Immerhin wird auch hier noch im allgemeinen Gummibandisolation, ausreichend für 125 Volt, verlangt, während man für die geringen auftretenden Spannungen gegen Erde wohl eine einfachere und billigere Verlegungsart finden könnte. Für trockene Räume wäre schon ein dauerhafter Lacküberzug über der blanken Leitung genügend.

Im übrigen ist die Ersparnis bei Verwendung eines geerdeten Rohrsystems durchaus nicht zu unterschätzen und wird sicherlich umso größer werden, je mehr die Anerkennung dieser neuen Systeme dahin führt, ihre weitere Ausbildung und Verbreitung zu fördern. Es ist jedenfalls zu hoffen, daß die Elektrizitätswerke mit geerdetem Mittelleiter sich bald dazu entschließen werden, grundsätzlich verschiedene Isolationen für den Mittelleiter und den Außenleiter zuzulassen. So würde es sich z. B. sicherlich bezahlt machen, wenn man bei der Fabrikation von Mehrfachleitungen und Mehrfachkabeln dazu übergingen, die für den Mittelleiter bestimmte Ader nur für die am geerdeten Pol auftretenden geringen Spannungsunterschiede zu isolieren, und diese Ader von den übrigen durch bestimmte Kennzeichen deutlich zu unterscheiden. Bei geerdeter Rohrleitung genügt in den meisten Fällen ein dauerhafter Lacküberzug zur guten Isolierung.

Bezüglich des zweiten Einwandes, daß Unterbrechungen im geerdeten Leiter auftreten können, darf man nicht außer Acht lassen, daß bei Anlagen mit vollständiger Isolation aller Pole ähnliche gefährliche Zustände als Folge von Beschädigungen auftreten können, die mit den gebräuchlichen Sicherungsmitteln weder zu erkennen noch zu verhüten sind. Man denke hierbei nur an Beschädigungen von Schutzverkleidungen stromführender Teile, Schluß von isolierten, z. B. an Holz befestigten Beleuchtungskörpern, oder Aufzugsvorrichtungen mit einem Pol, und eine Reihe anderer Erscheinungen dieser Art. Solange man als einziges Mittel gegen diese Vorfälle nur sorgfältigste Beachtung aller Vorschriften, bestes Material und Montage empfehlen kann, sollte man sich auch bei neuen Verlegungsarten nicht auf einen anderen Standpunkt stellen.

Was schließlich den dritten Einwand, die Verwechslung des geerdeten mit einem anderen Leiter anbelangt, so läßt diese Schwierigkeit immer eine konstruktive Lösung zu, die derartige Versehen bei geringsten Maß von Aufmerksamkeit unmöglich macht. Dies gilt vor allem für den Fall, daß der geerdete Leiter aus einem Rohrnetz besteht, wobei eine solche Verwechslung ausgeschlossen ist.

Unter diesen Verhältnissen glaube ich wohl, daß man auch bei Zweileiteranlagen mit der Zeit dazu übergehen

wird, nur einen Pol der Gebrauchsspannung entsprechend zu isolieren, den anderen dagegen nur soweit, als es die auftretenden kleinen Spannungsunterschiede erfordern. Natürlich wird hierzu erst eine teilweise durchgreifende Änderung der bestehenden Installationsmaterialien nötig sein, abgesehen davon, daß es auch einer gewissen Zeit bedarf, bis die durch behördliche Beschlüsse festgelegten Anschlußbedingungen der Elektrizitätswerke eine solche Verlegungsart gestatten.

Gerade die Entwicklung und Verbreitung des Peschelrohrsystems dürfte dazu beitragen, daß die Umkehr zu der beschriebenen vereinfachten Verlegungsart immer weitere Fortschritte macht.

Zu ganz ähnlichen Schlüssen, wie hier ausgeführt, kommt Ernst Kuhlo, Direktor der Stettiner Elektrizitätswerke A.-G. in seiner Broschüre »Ein neues elektrotechnisches Installationssystem« (1905).

Zinnt, um einen vollkommen sicheren elektrischen Kontakt an den Stoßstellen zu gewährleisten. In dieser Form wurde das System sehr bald auch von der Firma Siemens & Halske A.-G. sowie den späteren Siemens-Schuckert-Werken aufgenommen und fand trotz vielfacher Anfeindungen eine stets größer werdende Verbreitung, sowohl in Deutschland als auch im Auslande.

Das verzinnte Rohr hatte den Nachteil, daß es gegen rostbildende Einflüsse wenig widerstandsfähig war, weshalb es überall, wo diese zu befürchten waren, während der Montage mit einem besonderen Anstrich versehen werden mußte. Dies war häufig eine Quelle von Unzuträglichkeiten, weil der auf der Montage und manchmal entgegen der Vorschrift erst nach der Verlegung angebrachte Anstrich an Zuverlässigkeit zu wünschen übrig ließ.

Außerdem hatte sich die Erwartung des Erfinders, daß das System des geerdeten Rückleiters bald allgemein An-

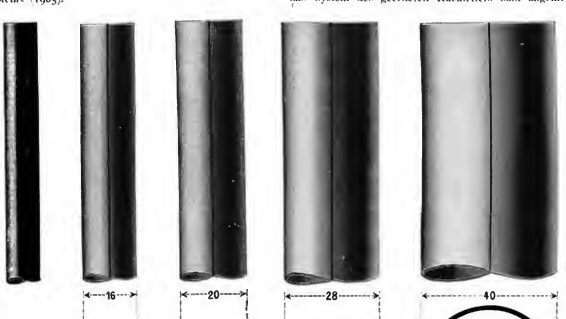


Fig. 425.

Dieses sogenannte Rohrdrahtsystem (Kuhlosystem), bei dem die Gummiaderleitung direkt mit einem kräftigen, aber genügend biegsamen Mantel aus Metall umpreßt ist, erscheint berufen, eine sehr wichtige Rolle in der Entwicklung der Hausinstallationstechnik zu spielen.

Der leitende Gesichtspunkt bei diesen Rohrdrähten besteht ebenfalls in der Verwendung des metallischen Schutzmantels als geerdete Rückleitung, und die schnelle Verbreitung, die dieses verhältnismäßig junge Material gefunden hat, beweist, daß die Praxis sich bald diesem Grundsatz aneignen wird.

Für die Anwendung des Peschelsystems ergeben sich nach obigem drei Möglichkeiten, die auch alle bei seiner Ausbildung ins Auge gefaßt wurden.

Das Rohr kann entweder, wie das gewöhnliche Isolierrohr, als indifferentes Schutzsystem, oder als geerdetes Schutzsystem, oder schließlich als geerdetes Schutz- und Leitersystem Verwendung finden. Bei der ersten Gestaltung und Durchführung, in der das System von der Firma Hartmann & Braun A.-G., Frankfurt a. M., zuerst vertrieben wurde, war der größte Nachdruck auf die gute Leitungsfähigkeit des Rohres gelegt. Das ganze Material wurde deshalb verwendung finden müßte, nicht in dem Umfang erfüllt, daß eine weitere Durchbearbeitung nach diesem Grundsatz allein zweckmäßig erschien.

Die verzinnte Ausführung des Rohres und die konstruktive Durchbildung aller Verbindungsstellen als leitende Kontakte waren sogar vielfach die Ursache, daß das Peschelrohr irrtümlicherweise nur als stromführendes Rohr betrachtet und deshalb auch seine Verwendung als reines Schutzrohr nicht gestattet wurde.

Um diesen Schwierigkeiten bei der weiteren Verbreitung zu begegnen und wegen der angegebenen Nachteile der verzinnten Ausführung haben sich die beiden Firmen entschlossen, das Material einer gründlichen Neubearbeitung zu unterziehen und versehen jetzt das ganze System in der Fabrikation bereits mit einem festeingebrannten schwarzen, emailleartigen Lacküberzug.

In dieser Ausführung, ohne weitere Bearbeitung auf der Montage, eignet sich das Peschelsystem wegen seiner großen mechanischen Widerstandsfähigkeit in vorzüglicher Weise als reines Schutzrohr für elektrische Leitungen.

Es verbindet aber gleichzeitig hiermit den großen Vorteil, daß es ohne weiteres auch als geerdetes oder als stromführendes Schutzrohr verwendet werden kann; in diesem Fall müssen während der Montage die abgeschnittenen Enden mit einer einfachen Abschleifvorrichtung blank gemacht und alle Stoßstellen als elektrische Verbindungskontakte behandelt werden.

Bei der neuen Form des Systems ist dieser doppelten Verwendungsart Rücksicht getragen; neben den Verbindungsstücken mit geschliffenen Kontaktflächen für die elektrische Verbindung werden nun auch leichtere Teile hergestellt, die hauptsächlich zur mechanischen Verbindung der Schutzrohre dienen.

Überhaupt ist bei der Neubearbeitung des ganzen Systems besondere Sorgfalt darauf gelegt, daß das Rohrnetz in allen Teilen eine gleichgute mechanische Festigkeit besitzt, eine Eigenschaft, die dem System vor allem in moderne Großbetriebe Eingang verschaffen soll.

Das Rohr eignet sich in dieser Gestaltung in hervorragender Weise als Baumaterial und paßt sich in dieser Hinsicht der heute bevorzugten Verwendung von Eisen und Stein weit besser an, als das mit einem schwachen Metallmantel bekleidete Isolierrohr.

Es erübrigt sich hier, eine ins einzelne gehende Beschreibung des Stahlrohrsystems anzufügen, weil dasselbe aus den Veröffentlichungen und Preislisten hinreichend bekannt sein dürfte. Auch besteht die Absicht, in der nächsten Zeit eine ausführliche Beschreibung des ganzen Systems an gesonderter Stelle erscheinen zu lassen.

Es mögen nur einige Bemerkungen wegen der Verwendung des Rohres als Leiter gestattet sein.

Das Rohr in seiner jetzigen Gestaltung wird in fünf Größen, die aus Fig. 425 in natürlicher Größe ersichtlich sind, ausgeführt und zwar für die in nachstehender Tabelle angegebenen Leitungsquerschnitte.

Gegenstand	Zulässige Leitungsquerschnitte bei Einführung von 1	2	3	4 Leitungen	Zulässige Strombelastung	Nettogewicht pro 100 m	Äquivalenter Kupferquerschnitt bei Verwendung als Leiter
	qmm	qmm	qmm	qmm	etwa Ampere	kg	ca. qmm
8-mm-Peschelrohr.	1,5	—	—	—	10	17	3
14-mm-Peschelrohr.	6	2,5	1,5	—	15	30	5
18-mm-Peschelrohr.	16	6	4	2,5	20	48	8
26-mm-Peschelrohr.	50	16	10	6	30	66	11
37-mm-Peschelrohr.	120	50	35	16	40	138	20

Bei diesen Querschnitten ist mit Gummiaderisolation gerechnet und darauf geachtet, daß die angegebene Zahl der Drähte auch nach verlegtem Rohr bequem eingezogen werden kann.

In der Tabelle ist die zulässige Strombelastung mit Rücksicht auf Erwärmung, sowie derjenige Kupferquerschnitt angegeben, der einer Kupferleitung von gleichem Widerstand wie der des Peschelrohrs entspricht. Wie man sieht, ist die elektrische Leitfähigkeit der Rohre so bemessen, daß das Rohr für die geringen Durchmesser mit einem Innendraht, bei den größeren Querschnitten dagegen mit zwei oder mehr Innendrähten benutzt werden kann, ohne daß der Spannungsverlust wesentlich größer wird, als bei einer besonders verlegten isolierten Leitung von gleichem Querschnitt wie die Einzelleitung.

In ähnlicher Weise ist auch bei allen Zubehörteilen dafür Sorge getragen, daß die Leitungsfähigkeit in richtigem Verhältnis zu den übrigen Abmessungen des Rohres steht.

Zusammenfassung: Aus der geschichtlichen Entwicklung der Verbandsvorschriften wird eine einheitliche Richtung gefolgert, nach der sich die Wandlungen der einzelnen Bestimmungen vollziehen, und es wird nachgewiesen, daß die Einführung des Peschelrohrsystems in dieser Richtung einen wesentlichen Fortschritt der Installationstechnik bedeutet.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN — VERLAG MÜNCHEN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN
CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÖBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; L. C. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. — **14. Juli 1908.** — **Heft 20.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36-maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Die Anwendung elektrischer Triebkraft in deo Betrieben der Kgl. Berginspektion zu Clausthal. Von Bergrat Schennen. S. 397.

Die Erhöhung der Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Druckwasseraufzüge auf Bahnhof Zoologischer Garteo durch Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft. Von Max Meyer, Regierungs- und Baurat in Berlin. S. 403.

Das Uppenborner Kohlenwerk. Von H. Niesz u. Regierungsbaumeister K. Dantscher. (Schluß.) S. 406.

Kleine Nachrichten. S. 407. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft: Elektrische Anlagen in den Romlacher Hüttenwerken. — Berichtigung.

Geschäftliches. S. 412. 25jähriges Geschäftsjubiläum. Firmenänderung.

Aus den Geschäftsberichten. S. 413. Auszug aus dem Geschäftsbericht der Straßenbahn Hannover für das Jahr 1907.

Neue Bücher. S. 413.

Zeitschriftenschau. S. 413.

Die Anwendung elektrischer Triebkraft in den Betrieben der Kgl. Berginspektion zu Clausthal.[1])

Von Bergrat **Schennen.**

Die Verwendung des elektrischen Stromes zum Antrieb von Arbeitsmaschinen hat in den Betrieben der Kgl. Berginspektion zu Clausthal verhältnismäßig spät Eingang gefunden. Die schwierigen Transportverhältnisse, verbunden mit den vorhandenen Wasserkräften, hatten zu einer weitgehenden Zersplitterung der Betriebsanlagen geführt, indem man der Kohlenersparnis wegen mit dem Betriebe den Wassergefällen folgte. Als später die Entwicklung der Elektrotechnik den Gedanken an die Zusammenziehung der Wasserkräfte und der Betriebe nahe legte, entschloß man sich zwar, an einzelnen Punkten die vorhandene Wasserkraft zur Gewinnung von elektrischem Strom behufs Beleuchtung der Anlagen und in einem Falle zum Betriebe einer elektrischen Lokomotive auszunutzen. Der Anwendung der elektrischen Triebkraft in größerem Umfange setzten aber stets die hohen Anlagekosten ein unübersteigbares Hindernis entgegen. Hierin trat erst Wandel ein, als vor 5 bis 6 Jahren außerordentlich günstige Aufschlüsse auf den Gruben Herzog Georg Wilhelm und Neuer Turm Rosenhof die Nachhaltigkeit des Oberharzer Bergbaues auf Jahre hinaus gesichert erscheinen ließen und gleichzeitig die aufsteigende Konjunktur des Metallmarktes die Aufwendung der erforderlichen großen Geldmittel unbedenklich machte.

Man entschloß sich zu einer durchgreifenden Umarbeitung der Förderung und Aufbereitung auf der Grundlage, daß der Ottiliäschacht der Hauptförderschacht für die Gruben der Berginspektion bleiben, daß aber die Gesamtförderung auf einer 570 m unter Tage einzurichtenden Hauptförderstrecke gesammelt und maschinell zum Schachte gefördert werden sollte. Zur Durchführung dieses Projektes mußte zunächst die tiefste Wasserstrecke, die als Hauptförderstrecke eingerichtet werden sollte, mit dem Ottiliäschachte in Verbindung gesetzt werden. Sie war bereits zur Vereinfachung der Wasserhaltung zwischen den Schächten Kaiser Wilhelm II., Rheinischer Wein und Königin Marie zum Durchschlag gebracht. Es galt also, diese Strecke über die Grube Rosenhof zum Ottiliäschacht auf eine Länge von rund 2800 m weiter aufzufahren und diesen Schacht, der nur bis zum Niveau des Ernst-August-Stollens reichte, um 230 m weiter abzuteufen. Ferner mußte als Ersatz für den abgängigen Rosenhöfer-Schacht von der tiefsten Wasserstrecke aus ein Blindschacht — der Theklaschacht — abgeteuft werden, und schließlich waren neue Fördermaschinen für den Ottiliä- und Theklaschacht zu beschaffen, eine neue Aufbereitung zu bauen und die Betriebskraft für die Neuanlagen vorzusehen.

Bei der Wahl der Betriebskraft entschied man sich für den elektrischen Strom. Ausschlaggebend war dabei die Erwägung, daß der Theklaschacht nur auf diesem Wege mit Kraft versorgt werden konnte und daß mehrere Wasserkräfte vorhanden waren, die zwar allein für die Kraftversorgung der Neuanlagen nicht ausreichten, deren Verwertung mit Rücksicht auf die hohen Transportkosten, die der Bezug von Kohlen im Oberharz erfordert, un-

[1]) Siehe Jahrgang 13 Nr. 22 der Zeitschrift »Glück Auf«. Die Neuanlagen der Berginspektion Clausthal.

bedingt geboten erschien. Diese zusammen mit den neu zu beschaffenden anderen Kraftquellen für einen gemeinsamen Zweck auszunutzen und die so gewonnene Kraft von einer Erzeugungsstelle aus nach mehreren Verbrauchsstellen ohne erhebliche Erhöhung der Betriebskosten auszusenden, war nur auf elektrischem Wege möglich.

Als Stromart wurde mit Rücksicht darauf, daß eine Reihe verschiedenartiger Maschinen — Wasserturbinen, Gasmotoren und Dampfmaschinen — in ein gemeinsames Netz arbeiten mußten und daß das Abstimmen dieser in verschiedenen Räumen unterzubringenden Maschinen bei Wechselstrom große Schwierigkeiten bereitet haben würde, Gleichstrom gewählt. Mitbestimmend wirkte dabei die Erwägung, daß Gleichstrom die Möglichkeit bot, die in den Arbeitspausen erzeugte Kraft in einer Akkumulatorenbatterie aufzuspeichern und in geeigneten Momenten, z. B. Sonntags bei Stillstand des Kraftwerkes, im Betrieb zuzusetzen.

I. Förderung.

1. Streckenförderung. Die Gesamtförderung der Clausthaler Gruben beträgt 90000 t jährlich oder 300 t werktäglich. Hiervon entfallen 90 t auf den Königin-Marienschacht, 150 t auf den Kaiser-Wilhelmschacht und 60 t auf den Rosenhöferschacht. Die Förderung des Marienschachtes wird durch eine Druckluftlokomotive aus der Fabrik von Paschke & Co. in Freiberg, zum Schachte Kaiser Wilhelm II. gefördert und in diesem mit der Förderung genannten Schachtes zur Hauptförderstrecke gehoben. Auf dieser werden sie durch elektrische Lokomotiven während der Nachtschicht zum Ottiliäschacht gefahren. Da die Entfernung zwischen den beiden Schächten 2800 m beträgt, die Lokomotive nur mit 2,5 m Geschwindigkeit in der Sekunde fahren kann, die Förderung aber in 10 Stunden bewältigt sein muß, so fahren dort zwei Lokomotiven. In der Mitte zwischen den beiden Schächten ist eine Ausweichstelle eingerichtet. Die Förderung des Rosenhöfer Schachtes wird in der Tagschicht zum Ottiliäschacht gefahren.

Die Lokomotiven bestehen aus einem zweiachsigen Untergestell für eine Spurweite von 670 mm mit schmiedeeisernem Rahmen und Laufrädern von 750 mm Durchmesser. Sie sind mit zwei Motoren von je 12,5 eff. PS normaler und 20 eff. PS maximaler Leistung bei 315 Volt Spannung ausgerüstet. Die Bewegungsübertragung von

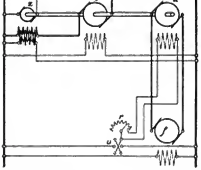


Fig. 426. Schaltungsschema der Förderanlage auf dem Ottiliäschacht.

den Motoren auf die Radachse erfolgt durch Zahnradvorgelege. Bei einem Eigengewicht von 3 t kann jede Lokomotive 18 t Nutzlast fördern. Es sind drei Lokomotiven vorhanden, von denen stets eine in Reserve steht. Zum Betriebe dient Gleichstrom von 330 Volt, der den Maschinen durch Oberleitung und Kontaktrolle zugeführt wird. Zur Erzeugung der elektrischen Energie sind am Schacht Kaiser Wilhelm II. auf der Sohle des Ernst-August-Stollens zwei mit Gleichstrommaschinen direkt gekuppelte Peltonräder aufgestellt, die bis zu 100 Amp. abgeben können.

2. Schachtförderung. a) Theklaschacht. Die elektrische Förderhaspel des Theklaschachtes ist für folgende Verhältnisse gebaut:

Schachttiefe	200 m
Zahl der Wagen	1
Nutzlast eines Wagens . .	750 kg.

Fördergeschwindigkeit:

Bei der Produktenförderung .	2	m
Bei der Seilfahrt	2	m
Gewicht der Förderschale . .	963,5	kg
Gewicht eines Förderwagens .	500	kg
Gewicht eines lfd. m Seils .	1,74	kg
Durchmesser des Seils . . .	22	mm
Durchmesser der Seiltrommeln	1500	mm

Die Maschine besteht aus einem schmiedeeisernen Rahmen, auf dem die Trommelwelle gelagert ist. Diese trägt zylindrische Trommeln von 1,25 m Breite, von denen jede 230 m Seil in einer Lage aufnehmen kann. Der Antrieb erfolgt mittels eines Zahnradvorgeleges durch einen einpoligen Gleichstromnebenschlußmotor für 425 Volt Spannung und ca. 350 Umdr. pro Min. Er kann dauernd mit 47 PS und während der Beschleunigungsperiode mit 90 PS belastet werden. Seine Steuerung erfolgt vom Maschinistenstand aus mittels des Steuerhebels durch einen Umkehranlasser mit Meyer-Schaltung. Die Maschine ist mit zwei Bremsen, einer Manövrierbremse und einer Fallgewichtsbremse, ausgestattet. Erstere wirkt auf die Vorgelegewelle. Sie wird gewöhnlich durch ein Spanngewicht geschlossen gehalten, beim Anlaufen der Maschine aber vom Maschinisten gelöst. Letztere, die Fallgewichtsbremse, wirkt auf die Trommelwelle, sie wird entweder durch den Maschinisten oder bei unerwartetem Ausbleiben des Stromes durch einen Bremsmagneten oder endlich beim Übertreiben durch den Teufenzeiger in Tätigkeit gesetzt.

Auf dem Maschinistenstand befindet sich ein Stativ mit Strom- und Spannungszeiger. Der Steuerhebel ist mit dem Bremshebel derart verriegelt, daß es nicht möglich ist, die Bremse während der Fahrt aufzulegen, solange der Steuerhebel nicht in Nullstellung gebracht ist.

b) Ottiliäschacht. Durch den Ottiliäschacht mußte die Gesamtförderung der Clausthaler Gruben zutage gehoben werden. An die dort aufzustellende Fördermaschine mußte daher die Forderung größtmöglicher Sicherheit gestellt werden und, da sie außerdem zur Seilfahrt dienen sollte, mußte auch die Manövrierfähigkeit allen Anforderungen der Technik entsprechen.

Man entschloß sich zur Anwendung der Leonhardschaltung in Verbindung mit einer Pufferbatterie. Die Fördermaschine ist als Koepemaschine ausgebildet. Auf die Welle der Treibscheibe ist der Anker des als Nebenschlußmotor konstruierten Fördermotors gekeilt. Seine Feldwicklung liegt an unveränderlicher Spannung und bekommt den Betriebsstrom von einem mit veränderlicher Spannung arbeitenden Generator *a*, der durch einen besonderen Motor *b* angetrieben wird. Aus dem Schaltungsschema Fig. 426 ist das Weitere zu ersehen. Die Spannung des Generators kann durch einen Regulierwiderstand, der in der Feldwicklung des Generators liegt, zwischen Null und 500 Volt Spannung geändert werden.

Der Regulierwiderstand wird durch den Steuerhebel betätigt, jeder Stellung des Steuerhebels entspricht eine ganz bestimmte Geschwindigkeit des Fördermotors gleichgültig, wie die Maschine belastet ist.

In unmittelbarer Nähe der Fördermaschine ist die Pufferbatterie untergebracht, welche aus 242 Elementen Type GS 18 f der Akkumulatorenfabrik Akt.-Ges. Berlin besteht und bei einer normalen Ladestromstärke von 108 Amp. und maximal bis 136 Amp., eine Entladestromstärke von 222 Amp. besitzt. Stromstöße von 600 Amp. sind zulässig. Da erfahrungsgemäß die Pufferbatterie den Stromstößen, die bei der Förderung auftreten — die Stromentnahme schwankt bei einem Treiben zwischen — 420 + 610 Amp. —, nicht hätte folgen können, wenn man sie einfach parallel den Gleichstrommaschinen des Kraftwerkes an das Netz geschaltet hätte, so wurde der Leonhard-Umformer nach dem Vorbilde von Pirani mit einer Zusatzdynamo z gekuppelt (siehe auch Fig. 426), die den Zweck hat, die Klemmenspannung der Batterie derart zu regeln, daß bei starkem Verbrauch Strom aus ihr entnommen, der Rückstrom aber als Ladestrom ihr wieder zugeleitet werden kann.[1]) Die Kurven der Fig. 428 zeigen deutlich, daß dem Kraftwerk während des Hebens und Senkens des Förderkorbes ein fast gleichmäßiger Strom entnommen wird.

[1]) Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen S. 301. Die elektrisch betriebene Hauptschachtförderanlage auf dem Ottiliäschacht der Kgl. Bergin spektion Clausthal.

Den mechanischen Teil der Fördermaschine liegen folgende Verhältnisse zugrunde:

Förderteufe	570	m
Zahl der Wagen	2	
Nutzlast eines Wagens	750	kg
Fördergeschwindigkeit bei der Produktenförderung pro Sek.	10	m
Fördergeschwindigkeit bei der Seilfahrt	4	m
Fördergeschwindigkeit bei der Schachtrevision pro Sek.	0,1	m
Gewicht der Förderschale	2760	kg
Gewicht eines lfd. m Seils	4,5	kg
Durchmesser des Seils	34	mm

System: Koepeförderung mit Unterseil.

Die Seile liegen nebeneinander, die Entfernung von Mitte zu Mitte Fördertrumm beträgt 2,25 m.

Auf dem Rahmen der Maschine ruht in drei mit Ringschmierung versehenen Lagern die Welle der Koepe-

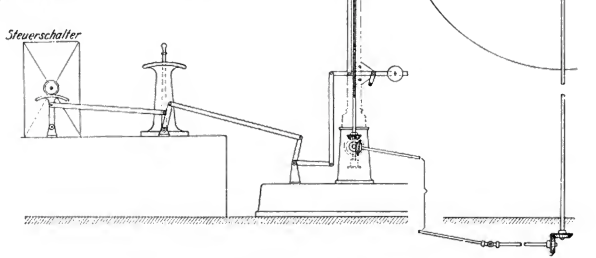


Fig. 427. Antrieb des Teufenzeigers.

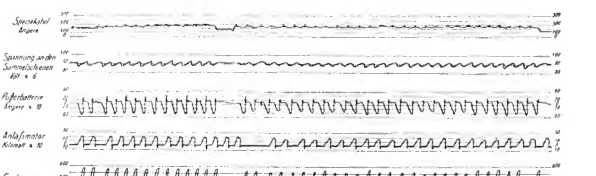


Fig. 428. Stromschwankungskurven.

scheibe. Die Scheibe besitzt einen Durchmesser von 3,5 m. Große Schwierigkeiten bereitete die Ausfütterung der Seilrille, weil das bisher für diesen Zweck benutzte Material — Buchenholz, hochkantig gestelltes Treibriemenleder etc. — dem aus der Belastung und dem geringen Durchmesser der Treibscheibe resultierenden hohen Auflagedruck nicht genügend widerstehen konnte. Eingehende Versuche führten zur Anwendung von möglichst altem Eichenhirnholz, mit welchem eine Betriebsdauer von rund drei Monaten erzielt wurde. Auf der Bedienungsbühne befindet sich ein Stativ, an dem ein Tachometer mit Tachograph, ein Spannungs- und Stromzeiger sowie ein Manometer für den Kompressor der Druckluftbremse angebracht sind. Die Druckluft für die Bremse wird in einem besonderen durch einen Gleichstrommotor angetriebenen Kompressor erzeugt, der seitlich von der Bedienungsbühne steht und unter Zwischenschaltung eines kleinen Sammelbehälters den unter dem Führerstand verlagerten Bremszylinder speist. Die Bremse dient nicht zum Manövrieren, sondern nur zum Stillsetzen und Festhalten der Seilscheibe nach erfolgter Ausschaltung des Stromes. Eine zweite Bremse, die Fallgewichtsbremse, wird entweder durch den Maschinisten oder durch den mit dem Teufenzeiger verbundenen Retardierapparat in Tätigkeit gesetzt. Die Bewegung der Fördermaschine wird auf den Teufenzeiger nicht von der Achse der Treibscheibe, sondern durch ein festes Gestänge von einer Seilscheibe übertragen, Fig. 427. Die Konstruktion des Retardierapparates beruht darauf, daß bei der Leonhardschaltung die Fördergeschwindigkeit nicht von der Belastung der Maschine, sondern von der Einschaltung des Regulierwiderstandes bzw. von dem Stande des Steuerhebels abhängig ist. Es sind zunächst, um die Fördergeschwindigkeit rechtzeitig zu vermindern, an der Wandermutter des Teufenzeigers Kurvenbleche angebracht, die, sobald der Förderkorb sich etwa 30 m unter der Hängebank befindet, mittels Laufrollen gegen Winkelhebel drücken und den Steuerhebel allmählich in die Nullage zurückführen. Zur Sicherung gegen Übertreiben ist an den Kurvenblechen ein Stift angebracht, welcher durch einen zweiten Hebel die Fallgewichtsbremse auslöst. Kurz bevor das niedergehende Gewicht dieser Bremse den tiefsten Stand erreicht, wird durch eine an seinem Hebel angebrachte Zugstange ein Notausschalter betätigt, so daß der Motor vor Eintritt der vollen Bremswirkung stromlos wird.

Die Anlage ist für eine Leistung von 300 t in zehnstündiger Schicht einschließlich der üblichen Pausen gebaut, wobei die zum An- und Abschlagen erforderliche Zeit bis zu 54 Sek. betragen darf.

B. Aufbereitung.

Die zu verarbeitenden Erze haben folgende Zusammensetzung:

	Bleiglanz %	Zinkblende %	Kupferkies %
Oberes Burgstädter Revier . . .	4,17	14,12	—
Unteres Burgstädter Revier . . .	4,93	20,95	0,23
Rosenhofer Revier	7,85	10,51	—
Zellerfelder Revier	10,34	—	—

Als Gangart findet sich auf allen Gruben Kalkspat, Quarz, Grauwacke, Tonschiefer und im Rosenhöfer Revier in geringen Mengen Spateisenstein. Trotz dieser Ähnlichkeit in der Zusammensetzung können die Erze der einzelnen Gruben nicht gemischt verarbeitet werden, weil sie in der Struktur zu sehr voneinander abweichen.

Um die Möglichkeit zu haben, die Aufbereitung längere Zeit hindurch mit Erz von einer Grube beschicken zu können, sind Vorratstaschen eingerichtet, in denen die Förderung nach Herkunft geordnet abgestürzt wird. Die Aufbereitung enthält zwei vollständig gleichwertige Systeme, wodurch die Betriebssicherheit und Leistungsfähigkeit der Anlage gewährleistet wird. In jedem System ist eine intensive Unterteilung durchgeführt worden, die sich in gesonderter Bearbeitung des Grubenkleins, des Waldgutes sowie der reichen und armen Zwischenprodukte aussprich. Da die Blende sämtlicher Gruben sehr weich ist und große Neigung zur Schlammbildung zeigt, so wurde von der Verwendung der sonst für die Feinzerkleinerung gebräuchlichen Pochzeuge ganz abgesehen und dafür bis zu 2,5 mm Korngröße abwärts Walzwerke, für das Korn unter 2,4 mm Pendelmühlen aufgestellt. Der gröberen Übersichtlichkeit und leichteren Wartung wegen wurden sämtliche Zerkleinerungsmaschinen mit Ausnahme der Steinbrecher auf einer Sohle aufgestellt. Die Fundamentierung ist für jede Maschine einzeln durch einen vom Gebäude unabhängigen Betonblock hergestellt.

Das für die Neuanlage zur Verfügung stehende Gelände hatte nur geringes Gefälle, weshalb der zur Aufrechterhaltung des ununterbrochenen Betriebes erforderliche Höhenunterschied durch Hochführen des Gebäudes erzielt wurde. Die Aufbereitungsapparate sind in zwei miteinander in Verbindung stehenden Gebäuden untergebracht. In dem Hauptgebäude befindet sich die Zerkleinerungsanlage und der Setzsaal, in dem zweiten kreuzförmig ausgeführten Gebäude die Schlammwäsche. Vor der Schlammwäsche sind in einem besonderen Raum die zum Rückpumpen der geklärten Wasser dienenden Zentrifugalpumpen untergebracht, an der Rückseite stehen in einem Anbau die Elektromotoren zum Antrieb der Aufbereitungsapparate im Hauptgebäude mit Schalttafel, Anlasser usw. Im Hauptgebäude stehen 4 Steinbrecher, 10 Walzwerke, 7 Pendelmühlen und 96 Setzmaschinen. Die Gebäude sind in Eisenfachwerk mit Kunststein ausgeführt und bedecken einschließlich des Klärteiches eine Fläche von 5881 qm. Die Aufbereitung kann 360 t in zehnstündiger Schicht verarbeiten.

Das zu verarbeitende Haufwerk wird durch einen an der südlichen Giebelseite des Hauptgebäudes stehenden elektrischen Aufzug in Grubenwagen zur obersten Etage gehoben und dort mittels eines Wippers über einen Spaltrost mit 100 mm Spaltweite gestürzt. Die Wände über 100 mm bleiben vor dem Rost liegen und werden von Arbeitern in Scheidegut, Berge- und Brechgut sortiert. Das Scheidegut wird durch Arbeiter von Hand geschieden, das Brechgut in einen auf 65 mm Spaltweite gestellten Vorbrecher geworfen. Das gebrochene Gut wird wieder auf den Rost zurückgebracht. Das Grubenklein unter 100 mm und die von dem Vorbrecher aufgeschlossenen Stücke sammeln sich in einem unter dem Rost angebrachten Aufgabetrichter, der über einer mechanischen Aufgabevorrichtung mündet. Das Aufgabewerk beschickt die Grubenkleintrommel, die mit Läuterkopf und Lochungen von 50 und 32 mm versehen ist. In dieser Trommel wird das Erzgut abgeläutert; die Stücke von 100 bis 50 mm und von 50 bis 32 mm fallen auf je einen rotierenden Klaubtisch. Von den Tischen wird Blei- und Blendestuff, Berg- und Kieserz ausgehalten, das Verwachsene wird einem Feinbrecher oder den Grobwalzwerken zugeführt.

Von 32 mm abwärts tritt die Trennung zwischen Grubenklein und Walzgut ein. Jedes Gut wird für sich einer besonderen Trommelreihe zugeführt, die dasselbe in Korngrößen von 22 bis 16, 16 bis 11, 11 bis 8, 8 bis 5,6 und 5,6 bis 4 mm trennt. Von 4 mm abwärts werden die beiden Haufwerke wieder zur gemeinsamen

Verarbeitung einer dritten Trommelreihe übergeben, durch welche Korngrößen von 4 bis 2,8, 2,8 bis 2 und 2 bis 1,4 mm hergestellt werden. Der Durchfall der letzten Trommel, das Gut von weniger als 1,4 mm Korngröße, wird auf Stromapparate geleitet, wodurch es in vier Sorten Sand und in Schlammtrübe für die Schlammwäsche getrennt wird. Für jede Korngröße finden sich im Setzsaal die entsprechenden Setzmaschinen. Bei dem Setzprozeß wird in der Regel bei den gröberen Kornsorten kein verkaufsfähiges Produkt erzielt. Die angereicherten Produkte werden nachgeklaubt, die Zwischenprodukte dem reichen oder armen Zwischenproduktsystem zur weiteren Verarbeitung übergeben. Von 8 mm abwärts dagegen wird bei jeder Setzmaschine verkaufsfertiger Blei- und Blendeschlich und daneben reiches und armes Zwischenprodukt sowie Berg gewonnen.

Die armen Zwischenprodukte gelangen mittels eines Becherwerkes zunächst in eine Verteilungstrommel, die Korn über 10 mm für das Mittelwalzwerk, Korn von 10 bis 2,5 mm für das Feinwalzwerk und Korn unter 2,5 mm für die Pendelmühle abscheidet. Das zerkleinerte Gut wird der Trommelreihe des armen Zwischenproduktsystems zugeführt, die Lochungen von 10, 5,6, 4, 2,8, 2 und 1,4 mm besitzt. Das Korn über 5,6 mm wird den Zerkleinerungsmaschinen wieder zugeleitet, während die übrigen Korngrößen durch Gefluter den zu dem System gehörigen Setzmaschinen zurutschen. Bei der Setzarbeit fallen dieselben Produkte wie im Grubenkleinsystem. Das Gut unter 1,4 mm geht ebenfalls auf einen Stromapparat, der es in vier Sorten Sand für die Sandsetzmaschine des armen Systems und in Trübe für die Schlammwäsche sondert.

Die reichen Zwischenprodukte enthalten in den feineren Kornsorten noch reinen Bleiglanz und reine Blende. Um keinen Verlust durch unnötigen Aufschließen herbeizuführen, wird deshalb das reiche Mittelprodukt von allen Setzmaschinen, die Korn unter 4 mm verarbeiten, mehreren Nachsetzmaschinen zugeführt, bei denen Bleischlich reiches Mittelprodukt, Blende und als Übergang armes Mittelprodukt erfolgen.

Die reichen Mittelprodukte dieser Maschinen werden mit denjenigen sämtlicher Setzmaschinen des Hauptsystems durch ein Becherwerk der Verteilungstrommel des reichen Zwischensystems zugehoben, die mit 4 mm Lochung versehen, das Gut in solches über 4 mm und solches unter 4 mm Korngröße trennt. Das Korn, größer als 4 mm, wird durch Walzwerke weiter aufgeschlossen und dann in der üblichen Weise weiter verarbeitet. Das Korn unter 4 mm von der Verteilungstrommel ist durch die Nachsetzmaschine von allem reinen Erz befreit und kann direkt der Pendelmühle zugeleitet werden. Das von ihr abgegebene Feingut vereinigt sich mit der von dem Stromapparat des Reichsystems kommenden Schlammtrübe und fließt dem Reichsystem der Schlammwäsche zu.

Die Schlammwäsche besteht aus fünf Systemen. Die von den Stromapparaten der Grubenkleinsysteme überlaufende Trübe kommt zum Grubenkleinsystem; die von den Stromapparaten der armen Mittelproduktsysteme überlaufende Trübe und das Feingut seiner Pendelmühlen geht in das Walzgutsystem und der Überlauf von den Stromapparaten der reichen Mittelproduktsysteme mit dem Feingut seiner Pendelmühlen in das reiche Mittelproduktsystem der Schlammwäsche. Dem letztgenannten werden auch die in der Schlammwäsche selbst wieder in geringeren Mengen fallenden reichen Zwischenprodukte durch eine Schlammpumpe zugeführt. Die armen Zwischenprodukte der Schlammwäsche und die in ihr fallenden Berge werden je in einem besonderen System verarbeitet.

Jedes System hat zur Aufnahme der Trübe große Spitzkästen, die in zwei Reihen nebeneinander auf Gerüsten aufgestellt sind. Die verdichtete Trübe wird durch Steigrohre kleinen Vor- oder Sammelspitzkästen zugeführt, in diesen weiter konzentriert und dann den Herden in kontinuierlichem Strome zugeleitet. Die gröberen Schlammsorten aus den ersten Spitzen gelangen auf Humboldtsche Schüttelherde, die mittleren auf Bartsche Stoßrundherde und die feinsten auf Harzer Rundherde. Die fallenden Blei- und Blendeschliche werden in den bei jedem Apparat angebrachten Sümpfen zum Niederschlage gebracht und aus diesen in Förderwagen ausgeschlagen. Die Schlammberge vereinigen sich vor der Schlammwäsche in einem Gefluter und fließen in das Clausthaler Tal, wo sie sich vor einem durch die Sandberge der Setzwäsche gebildeten Damm niederschlagen, während die zum Transport benutzten Schlammwasser durch den Damm durchfiltrieren und geklärt in die Freiflut abfließen. Der Überlauf der großen Spitzkästen in der Schlammwäsche wird in den außerhalb der Anlage hergerichteten Klärteich geführt. Er besteht aus 36 in drei Reihen nebeneinander stehenden Spitztrichtern, die mit Abzughähnen an ihren Spitzen versehen sind. Das geklärte Wasser wird in ein Bassin geleitet durch zwei Zentrifugalpumpen zur obersten Etage der Anlage gedrückt und als Läuterwasser dem Betrieb wieder zugeführt. Die Anlage braucht 20 cbm Wasser pro Minute. 18 cbm stehen als geklärtes Wasser zur Verfügung. 2 cbm, die als Transportwasser der Abgänge und durch Verzettelung im Betriebe verloren gehen, werden der Schlammwäsche als Waschwasser frisch zugeführt.

Der Betrieb der Anlage geschieht durch Gleichstrommotoren mit 500 Volt Spannung. Zwei von je 210 PS dienen zum Antrieb je eines Systems im Hauptgebäude, einer von 70 PS zum Antrieb der Schlammwäsche, je einer von 100 PS zum Betriebe der Zentrifugalpumpen im Pumpenhause und einer von 24 PS zum Betriebe des Aufzuges.

III. Kraftwerk.

Die zum Betriebe der Streckenförderung erforderliche Kraft konnte dem bereits vorhandenen in der Nähe des Kaiser-Wilhem II.-Schachtes auf dem Ernst-August-Stollen stehenden Kraftwerke entnommen werden. Für die Schachtförderung und die Aufbereitung mußten neue Kraftquellen geschaffen werden. Beide Anlagen waren so bemessen, daß sie in zehn Stunden das tägliche Arbeitsquantum bewältigen können. Um die Kraftwerksanlagen nicht zu groß anlegen zu müssen und die vorhandenen Wasserkräfte voll ausnutzen zu können, sollte die Aufbereitung während der Tagesschicht, die Förderung in der Nachtschicht betrieben werden. Das Kraftwerk brauchte dann nur soviel Kraft herzugeben als der stärkste Verbraucher, die Aufbereitung, erforderte. Für die Kraftgewinnung standen fünf Wassergefälle mit rund 300 PS zu Gebote. Zur Ausnutzung derselben wurden in dem Rosenhöfer Kraftwerke zwei regulierbare Spiralturbinen aufgestellt, die bei einer Wassermenge von 83 l in der Sekunde und einem Nutzgefälle von 20,75 bzw. 18,52 m eine Leistung von 23,5 eff. PS bzw. 16,5 eff. PS geben. In dem Einersberger Kraftwerk konnten drei Turbinen aufgestellt werden, eine derselben ist für eine größte Wassermenge von 83 l gebaut und leistet bei 58 m Nutzgefälle und voller Beaufschlagung 48 PS. Die zweite Turbine, eine Simplexspiralturbine mit 50 m Gefälle und 333 l pro Sek. Aufschlagwasser, leistet 170 eff. PS. Die dritte, ebenfalls eine Simplexspiralturbine, ist für ein Gefälle von 29 m und eine Leistung von 60 eff. PS bei 200 l Beaufschlagung pro Sek. gebaut. Die Turbinen

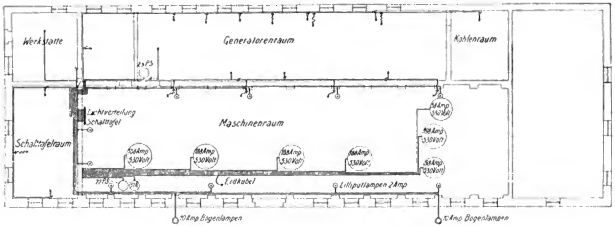


Fig 429. Grundriß des Einersberger Kraftwerkes.

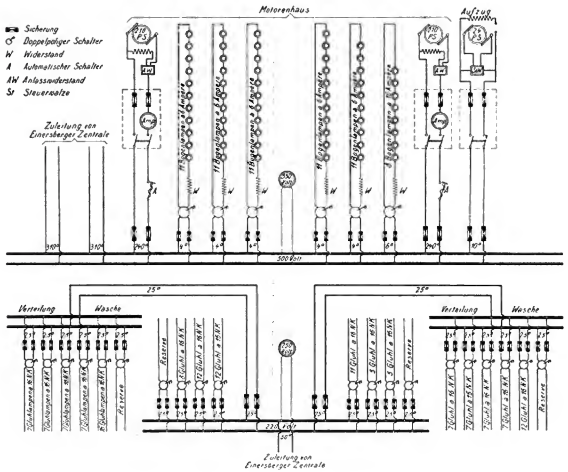


Fig. 430. Schaltungsschema im Aufbereitungs-Motorenhaus.

sind mit feinfühligen hydromechanischen Präzisionsregulatoren und kräftigen Schwungrädern ausgestattet. Sie treiben Gleichstromnebenschlußmaschinen von 530 Volt Spannung an, in dem Rosenhöfer Kraftwerke durch Riemenübertragung, in dem Einersberger Kraftwerke durch direkte Kupplung.

In dem Einersberger Kraftwerke (Fig. 429) haben neben den Turbinen vier Gasmotoren Aufstellung gefunden. Es sind liegende Einzylinder-Viertaktgasmaschinen, System Körting, mit einer normalen Leistung von je 150 eff. PS. Sie sind mit Präzisionsregulierung, einem Schwungrad für einen Gleichförmigkeitsgrad von 1 : 70 und den erforderlichen Wasserkühlvorrichtungen versehen. Die Zündvorrichtung ist doppelt angebracht, damit Fehlzündungen vermieden werden. Sämtliche Ventile sind im Bedienungshebel für die magnet-elektrische Zündung zentral angeordnet. Das Anlassen der Maschinen erfolgt vom Schaltbrett mittels der Akkumulatorenbatterie und einer Turbinendynamo. — In einem Nebenraum des Maschinengebäudes sind die Gasgeneratoren untergebracht. Es stehen dort vier

Vergaser mit je einem Verdampfer und Skrubber, außerdem sind noch zwei Sägespänereiniger vorhanden, von denen aber immer nur einer gebraucht wird. Jeder Gaserzeuger reicht für eine normale Leistung von 150 PS aus, wobei Anthrazit, Koks oder ein Gemisch von beiden verfeuert werden kann. Das gereinigte Gas wird in ein Sammelrohr geleitet, aus welchem die Motoren absaugen. Jeder Gasmotor ist mit einer Gleichstrom-Nebenschlußdynamo direkt gekuppelt, die Strom von 530 Volt Spannung erzeugt.

Da sich im Betriebe bald herausstellte, daß sich die scharfe Trennung in der Tag- und Nachtschicht für den Betrieb der Aufbereitung und Schachtförderung nicht durchführen ließ und außerdem eine Reserve für die Wasserturbinen bei wasserarmen Zeiten beschafft werden mußte, so entschloß man sich bald zu einer Verstärkung des Kraftwerkes, die augenblicklich im Bau begriffen ist. Es wird eine liegende Tandemdampfmaschine für eine maximale Dauerleistung von 800 eff. PS mit Einspritzkondensation, Achsenregler und Präzisionsventilsteuerung nach Patent Lentz eingebaut. Die Maschine soll mit einer Gleichstrom-Nebenschlußdynamo mit Wendepolen für eine Leistung von 575 KW und 530 Volt Spannung direkt gekuppelt werden. Für die Dampferzeugung werden drei Zweiflammrohrkessel von je 110 qm Heizfläche und 12 Atm. Überdruck mit Wellrohr-Feuerrohren von je 38 qm Heizfläche aufgestellt werden. Die Beschickung soll automatisch nach System Topf erfolgen.

Der Strom wird in den einzelnen Kraftwerken von den Maschinen durch asphaltierte Bleikabel zu den Sammelschienen der Schalttafeln geleitet und von diesen den einzelnen Verbrauchsstellen, der Aufbereitung und der Verteilungsschalttafel am Ottiliäschacht zugeführt. Zu der im Motorenhaus des Hauptgebäudes der Aufbereitung stehenden Schalttafel führen zwei eisenbandarmierte Bleikabel von 310 qmm Kupferquerschnitt (Fig. 430). Von dort aus werden die beiden Motoren des Hauptgebäudes, der Aufzugmotor und sämtliche Beleuchtungskörper mit Strom gespeist. Ein gleichgebautes Kabel von geringerem Querschnitt zweigt von diesen nach dem Pumpenhause ab, um die Pumpenmotoren und den Motor der Schlammwäsche mit Strom zu versehen. Zu der Verteilungstafel am Ottiliäschacht führen zwei Kabel von 210 qmm Kupferquerschnitt aus dem Einersberger Kraftwerk und zwei kleineren Querschnittes aus dem Rosenhöfer Kraftwerk. Von der Verteilungstafel leiten zwei Einfachbleikabel von 150 qmm Querschnitt durch den Ottiliäschacht zur Hauptförderstrecke. Auf ihr sind wieder eisenbandarmierte Einfachbleikabel von 1500 m Länge nach dem Maschinenraum des Theklaschachtes verlegt. Die Kabel sind an den Stößen mit imprägnierten Holzschellen in Entfernungen von 3 zu 3 m aufgehängt und endigen im Maschinenraum in zwei Schaltkästen, welche Stromzeiger, Ausschalter und Sicherungen enthalten. Zur Umformung des hochgespannten Stromes ist in dem Einersberger Kraftwerk für Beleuchtungszwecke und Werkstättenbetrieb ein 20 PS-Gleichstromumformer aufgestellt worden, der Gleichstrom von 250 Volt erzeugt. Dieser wird durch zwei weitere eisenbandarmierte Bleikabel von 50 qmm Querschnitt zur Schalttafel des Motorenhauses geleitet.

Der gesamte elektrische Teil der Anlagen ist von den Siemens Schuckertwerken geliefert worden, während die Aufbereitung einschließlich des baulichen Teiles von der Maschinenbauanstalt Humboldt in Kalk nach den Entwürfen der Oberingenieure Hermann und Julius Bartsch hergestellt worden ist.

Die Erhöhung der Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Druckwasseraufzüge auf Bahnhof Zoologischer Garten durch Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft.

Von Max Meyer, Regierungs- und Baurat in Berlin.

Der Bahnhof Zoologischer Garten der Berliner Stadtbahn, bei dem die Warte- und Abfertigungsräume in Straßenhöhe, die beiden Bahnsteige, davon je einer für den Fern- und Stadtverkehr, aber rd. 6 m höher gelegen sind, besitzt seit seiner Eröffnung für den Fernverkehr im Jahre 1884 unmittelbar wirkende Druckwasseraufzüge von 1250 kg Tragfähigkeit zur Beförderung des Gepäcks von den Abfertigungsräumen zum Fernbahnsteig.

Diese Aufzüge wurden von der damaligen Maschinenbauanstalt von C. Hoppe in Berlin gebaut, wobei als Triebkraft der Wasserdruck aus dem Leitungsnetz der Stadt Charlottenburg Verwendung fand.

Die Anlage arbeitete zufriedenstellend, solange der Wasserdruck nicht unter vier Atmosphären sank, und wirtschaftlich, solange der Gepäckverkehr mäßig und der Wasserpreis niedrig war. Mit zunehmender Bebauung des Ostteils von Charlottenburg, insbesondere der Gegend am Zoologischen Garten, trat aber eine stärkere Entnahme von Wasser aus der Charlottenburger Leitung auch für Wirtschaftszwecke ein, wodurch der Druck in ihr sich derartig verringerte, daß er zeitweise kaum zwei Atmosphären betrug.

Der Sommerverkehr des Jahres 1903 ließ erkennen, daß auf absehbare Zeit mit der vorhandenen Aufzugsanlage eine pünktliche Gepäckabfertigung nicht zu erreichen und Zugverspätungen die Folge sein würden; die Herstellung einer Anlage mit ausreichender Leistungsfähigkeit war nicht mehr zu umgehen. Bei Erörterung der Frage, wie diese zu schaffen sei, bestand kein Zweifel, daß im Hinblick auf den intermittierenden Betrieb der Anlage und die preiswerte Erlangung elektrischer Triebkraft nur diese zur Verbesserung der Einrichtungen heranzuziehen sein würde. Hierdurch war ein Teil der Frage, allerdings der am wenigsten schwierige, beantwortet. Zu entscheiden blieb immer noch, in welcher Weise die Elektrizität als Triebkraft Verwendung finden soll. Man empfahl den Ersatz der Druckwasseraufzüge durch elektrische mit Spindelantrieb, wobei die Einfachheit der Betriebsführung und die Verringerung der Stromkosten infolge Ausgleichung des ganzen Gewichtes des Förderkorbes und Kolbens sowie eines Teiles der Nutzlast geltend gemacht wurde. Aus der Erwägung aber, daß die Ausführung dieses Vorschlages rd. M. 21000, und zwar rd. M. 15500 für den maschinellen und rd. M. 5500 für den baulichen Teil, gekostet haben würde und die Ausgabe durch Verzinsung und Abschreibung des Anlagekapitals die Wirtschaftlichkeit der Einrichtung äußerst nachteilig beeinflussen mußte, wurde meinerseits empfohlen, die vorhandene Anlage in eine hydroelektrische umzubauen. Bei Ausführung dieses Vorschlages wurde nicht nur ein günstiger Wirkungsgrad für die Anlage erzielt, sondern es konnten auch die Aufzüge in ihrem bisherigen Zustande beibehalten und hierdurch Betriebsstörungen beim Umbau vermieden werden. Außerdem verringerten sich die Herstellungskosten sehr erheblich — sie sanken von M. 21000 auf M. 7900 —, und schließlich besaß der hydroelektrische gegenüber dem rein elektrischen Antrieb den Vorzug größerer Betriebssicherheit, da es immer noch möglich war, die Aufzüge erforderlichenfalls durch Druckwasser aus der Charlottenburger Leitung mit verringerter Belastung zu benutzen. Die Gründe genügten, um sich

für den Umbau der Anlage in eine hydroelektrische zu entscheiden.

Die Art und der Umfang der für die veränderte Betriebsweise auszuführenden Arbeiten ergibt sich durch einen Vergleich der alten und neuen Anlage, die in Fig. 431 und 432 dargestellt sind.

Bei der alten Anlage (Fig. 431) trat das Druckwasser aus der Charlottenburger Leitung bei C ein, durchfloß

In der umgebauten Anlage (Fig. 432) bleiben die Anschlüsse C und A bestehen; von ihnen wird nur im Notfall, d. i. beim Versagen des hydroelektrischen Betriebes, Gebrauch gemacht. Beim gewöhnlichen Betriebe sind die Ventile V, V_1, V_2 und V_3 geschlossen. Das zum Heben des Fahrkorbes benötigte Druckwasser wird durch eine Drillingspumpe P geliefert; sie saugt das Wasser durch die Leitung L aus einem Behälter B von 1 cbm

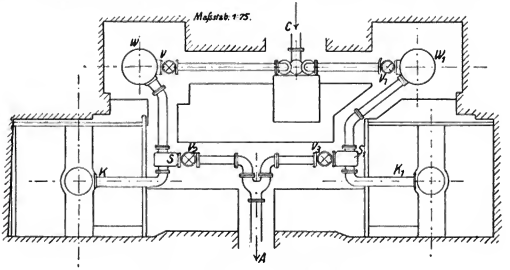


Fig. 431. Grundriß der alten Druckwasseranlage.

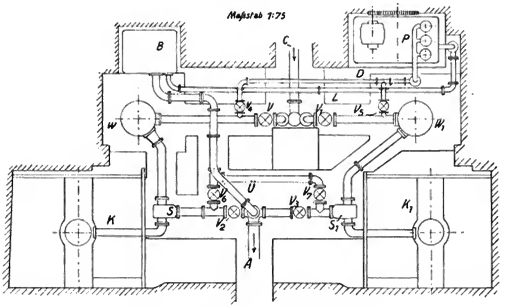


Fig. 432. Grundriß der neuen hydroelektrischen Anlage.

die geöffneten Ventile V und V_1 und gelangte in die Windkessel W und W_1. Aus diesen wurde es nach Öffnen der Steuerschieber S und S_1 den Druckzylindern und Kolben K und K_1 der Aufzüge zugeführt und ein Heben des Fahrkorbes veranlaßt. Sollte ein Sinken des gehobenen Fahrkorbes herbeigeführt werden, wurden die Steuerschieber so eingestellt, daß der Wasserzutritt zu den Druckzylindern abgesperrt, dagegen der Wasseraustritt in die Abwasserleitung A, die an die Charlottenburger Kanalisation angeschlossen, von dieser aber durch die Ventile V_2 und V_3 abgeschaltet werden konnte, geöffnet war.

Inhalt und drückt es durch die Leitung D sowie die geöffneten Ventile V_4 und V_6 in die Windkessel W und W_1. Von diesen gelangt das Druckwasser je nach der Stellung der Steuerschieber S und S_1 entweder in die Druckzylinder oder aus diesen durch die geöffneten Ventile V_6 und V_7 in den Behälter B zurück. Soll mit Druckwasser aus der Charlottenburger Leitung gearbeitet werden, so sind die Ventile V_4, V_5, V_6 und V_7 zu schließen und die Ventile V, V_1, V_2 und V_3 zu öffnen. Um ein Überlaufen des Behälters beim Nachfüllen zu verhindern, ist eine Überlaufleitung U, die unmittelbar mit der Abwasserleitung A in Verbindung steht, angeordnet worden.

Zum Ersatz der Luft in den Windkesseln dient eine auf dem Bett der Drillingspumpe aufgestellte Luftpumpe; der Antrieb beider Pumpen erfolgt von derselben Welle. Stündlich vermag die Drillingspumpe 30 cbm Wasser, die Luftpumpe 5 cbm angesaugte Luft auf 6 Atm. zu drücken. Die Leistungsfähigkeit der Drillingspumpe ergibt sich aus der Erwägung, daß von ihr dieselbe Wassermenge geliefert werden muß, die bei stärkstem Betriebe beider Aufzüge benötigt wird. Rechnet man:

für Auffahren der Last auf die Plattform des Fahrkorbes	12 Sek.
für Heben der Last	17 »
für Abfahren der Last von der Plattform des Fahrkorbes	12 »
für Senken des leeren Fahrkorbes . . .	15 »
also für eine Hubperiode insgesamt . .	56 Sek.

oder rd. 60 Sek., so sind bei stärkstem Betriebe mit beiden Aufzügen stündlich insgesamt $\frac{2 \cdot 3600}{60}$ 120 Hübe zu leisten, wofür bei einem Wasserverbrauch von 0,257 cbm für einen Hub 120 × 0,257 = rd. 30 cbm erforderlich sind.

Der zum Antrieb beider Pumpen vorgesehene Nebenschluß-Elektromotor besitzt eine Leistung von 10 PS eff.; er überträgt mittels einfacher Räderübersetzung die Arbeit auf die Pumpenwelle und verbraucht hierbei rd. 8,5 KW; der ihm zugeführte Gleichstrom hat eine Spannung von 440 Volt.

Der Druck in den Windkesseln regelt sich selbsttätig. Ist er beim Betrieb der Aufzüge auf 4 Atm. gesunken, so setzt sich der Elektromotor von selbst in Bewegung, und ist der Druck auf 6 Atm. gestiegen, so kommt der Elektromotor selbsttätig zum Stillstand.

Um eine übermäßige Zuführung von Luft zu den Windkesseln zu verhindern, ist durch einen Dreiwegehahn in der Druckluftleitung die Möglichkeit gegeben, die angesaugte Luft statt in die Windkessel ins Freie zu drücken. Das Bedürfnis für Zuführung von Luft in die Windkessel ist aus einem an diesen angebrachten Wasserstandsglas erkennbar.

Das selbsttätige Anlassen des Elektromotors besorgt eine Anlaßvorrichtung, wie sie im Schaltungsschema (Fig. 433) dargestellt ist. Sobald der Luftdruck im Windkessel 4 Atm. erreicht hat, wird der Einschaltkontakt im Druckhilfsschalter H geschlossen und ein Hilfsstromkreis eingeschaltet. Hierdurch erhält die Anzugsspule des Fernschalters F Strom und schaltet den Pumpenmotor P über den gesamten vorgeschalteten Anlaßwiderstand R ein. Da gleichzeitig der die Kurbel des Anlaßwiderstandes betätigende Magnet M Strom bekommt, beginnt sie den Anlaßwiderstand allmählich abzuschalten. Sobald dieser ausgeschaltet ist, hat der Motor seine volle Umdrehzahl erreicht. Steigt dann der Druck im Windkessel auf 6 Atm., so wird der Einschaltkontakt im Druckhilfsschalter momentan geöffnet und der Hilfsstromkreis unterbrochen. Hierdurch wird die Anzugsspule des Fernschalters stromlos; die Kurbel des Anlassers geht in ihre Anfangsstellung zurück und schaltet den Anlaßwiderstand selbsttätig vor. Fällt dann der Druck im Windkessel bis auf 4 Atm., so wiederholt sich der geschilderte Vorgang.

Die hydroelektrische Aufzugsanlage ist seit mehr als einem Jahre in Betrieb und hat sowohl in betrieblicher als auch in wirtschaftlicher Beziehung den gestellten Anforderungen voll entsprochen. Sie hat es ermöglicht, nicht nur die Leistungsfähigkeit der Aufzüge durch größere Hubgeschwindigkeit wesentlich zu steigern, sondern auch bei diesen Mehrleistungen die Betriebskosten zu verringern. In welchem Maße letzteres unter Zugrundelegung der Verkehrsverhältnisse in der Zeit vom 1. Dezember 1906 bis zum 30. November 1907 der Fall gewesen ist, ergibt nachstehende Berechnung der Jahresbetriebskosten für die bisherige und die umgebaute Anlage, wobei folgendes erläuternd vorausgeschickt wird.

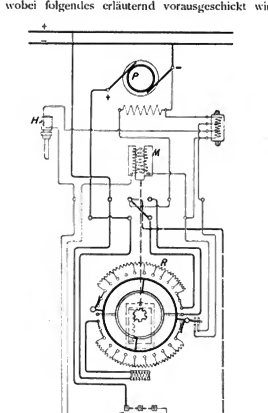


Fig. 433. Schaltungsschema der selbsttätigen Anlaßvorrichtung des Pumpenmotors.

Die bisherige Aufzugsanlage hat M. 28000 gekostet; durch den Umbau ist der Betrag auf M. 35900 gestiegen, von dem M. 31200 auf den baulichen Teil und M. 4700 auf den maschinellen Teil entfallen.

Zur pünktlichen Gepäckabfertigung mit der bisherigen Anlage hätte zu Zeiten des stärkeren Verkehrs, d. i. je drei Wochen zu Weihnachten, Ostern und Pfingsten, sowie vom 15. Mai bis zum 30. September oder an insgesamt 202 Tagen die Zahl der Gepäckträger um mindestens fünf vermehrt werden müssen.

Für 1 cbm Wasser sind 10 Pf. und für 1 KW.St. rd. 13 Pf. in Rechnung zu stellen.

I. Betriebskosten
für die bisherige Anlage.

1.	Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals einschließlich Reparatur 7% von M. 28000	M. 1960
2.	Wasserkosten bei 57645 Hüben 57645 × 0,257 × 10 Pf. . . . . rd.	» 1482
3.	Löhne:	
	a) für Fahrstuhlwärter und Vertreter .	» 3066
	b) Hilfsgepäckträger 5 × 202 × M. 3,50	» 3535
4.	Schmier- und Putzmaterial	» 70
5.	Beleuchtung	» 234
	Zusammen	M. 10347

II. Betriebskosten
für die umgebaute Anlage.

1.	Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals für den baulichen Teil einschließlich Reparatur 7% von M. 31200	M. 2184
2.	Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals für den maschinellen Teil einschließlich Reparatur 10% von M. 4700	470
3.	Stromkosten bei 57645 Hüben 4100 KW.St. × 13 Pf.	533
4.	Löhne für Fahrstuhlwärter und Vertreter	3066
5.	Schmier- und Putzmaterial	177
6.	Beleuchtung	234
7.	Wasserkosten durch Erneuerung des Hubwassers und Spülung der Windkessel sowie Leitungen 265 cbm × 10 Pf. rd.	27
	Zusammen	M. 6691

Der Vergleich der Betriebskosten beider Anlagen weist zunächst zugunsten der umgebauten Anlage eine jährliche Ersparnis von 10347 — 6691 = M. 3656 nach. Den Berechnungen ist außerdem zu entnehmen, daß die Kosten für beide Betriebsarten mit zunehmender Hubzahl nicht gleichmäßig wachsen, sondern durch den Betrieb der bisherigen Anlage selbst dann, wenn eine weitere Vermehrung der Gepäckträger nicht eintritt, schneller als durch den Betrieb der umgebauten Anlage steigen werden. Diese Erscheinung ist auf den erheblichen Unterschied der reinen Druckwasserkosten beider Anlagen zurückzuführen, die in der bisherigen Anlage rd. 2,6 mal so groß als in der umgebauten Anlage sind. Dieser Umstand spricht auch dafür, daß der Umbau der Anlage selbst dann ratsam gewesen wäre, wenn zur Erreichung einer pünktlichen Gepäckabfertigung die zeitweise Einstellung von Gepäckträgern sich erübrigt hätte.

Der Umbau der Anlage wurde durch die Maschinenfabrik von Fr. Gebauer hier ausgeführt, die ihrerseits die Lieferung des elektrischen Teiles der Gesellschaft Elektromotor (A. E. G.) hier übertragen hatte.

Das Uppenbornkraftwerk.

Nach den Angaben und im Auftrag von **S. Meyer,** weiland zweiter Direktor der Münchener städtischen Elektrizitätswerke, bearbeitet von **H. Niesz.** — Der wasserbautechnische Teil behandelt von Herrn Regierungsbaumeister **K. Dantscher.** (Schluß.[1])

Kosten der Anlage.

Die Kosten der einzelnen Teile der Anlage belaufen sich auf:

1.	Erwerb der Grundstücke und Konzession M.	275000
2.	Wehranlage und Einlauf	1010000
3.	Kanal und Turbinenanlage	1120000
4.	Hochbau	86000
5.	Turbinen und Zubehör	138000
6.	Elektrischer Teil	320000
7.	Einrichtungen, Pumpen etc.	45000
8.	Freileitung inkl. Blitzschutzhaus	460000
9.	Transformatorenhaus Hirschau	
	a) Hochbau und elektr. Einrichtungen	50000
	b) Transformatoren	70000
10.	Erweiterung des Kabelnetzes, 5000 Volt	170000
11.	Diverses, Erwerb der Fischereireehte, Herstellung des Volkmannsdorfer Wehres, Wohngebäude, Hochwasserdämme, Erhöhung der Leitwerke	106000
	Sa. M.	3850000

[1]) Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorenthalten.

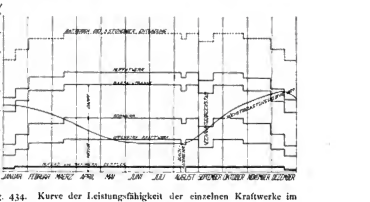


Fig. 434. Kurve der Leistungsfähigkeit der einzelnen Kraftwerke im Verlaufe eines Jahres.

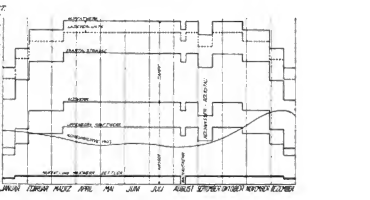


Fig. 435. Kurve der möglich abzugebenden KW.St. der einzelnen Kraftwerke während eines Jahres.

Die ausgebaute PSe kostet somit M. 740; das ausgebaute KW M. 1070.

In München wird der Strom für Private als Gleichstrom durch ein Dreileiternetz 2 × 110 Volt verteilt. Letzteres wird von Motorgeneratoren und Akkumulatoren gespeist, die in Unterwerken aufgestellt sind. Den Unterwerken wird die elektrische Arbeit durch das 5000 Volt-Drehstromnetz zugeführt, das bisher von dem Dampfwerk Isartalstraße allein gespeist wird.

Der 600 voltige Strom für die Straßenbahn und Straßenbeleuchtung wird auf dieselbe Weise von Motorgeneratoren mit Pufferbatterien geliefert.

Das in den neunziger Jahren zur Vergrößerung der kleinen Werke unter Beibehaltung der vorhandenen Gleichstrommaschinensätze als Hilfsmittel ergriffene System der Motorgeneratoren hat sich trotz der Nachteile der Umformung als die für die Münchener Verhältnisse zweckmäßigste Lösung der Verteilungsfrage erwiesen. Der Umstand, daß die Arbeitsquellen nunmehr aus Wasserkraftanlagen bestehen, ferner daß der Hauptkonsum »Licht« ist, läßt das gewählte System heute als besonders vorteilhaft erscheinen.

Da die Leistungsfähigkeit des Uppenbornkraftwerks vom Tage der Inbetriebsetzung an voll ausgenutzt werden mußte, war man schon vorher gezwungen, an die Beschaffung weiterer Arbeitsquellen heranzugehen.

Schon seit Jahren hatten die Münchener städt. Elektrizitätswerke, die der Isar ihre ersten Anfänge verdanken, die Ausnutzung größerer Wasserkräfte in der Nähe der Stadt ins Auge gefaßt. Hindernisse untechnischer Natur hatten jedoch die Verwirklichung der ausgearbeiteten Projekte verzögert und die stetige Erhöhung der Leistungsfähigkeit des vorhandenen Dampfwerkes notwendig gemacht.

Im Herbst 1906 konnte jedoch die Genehmigung zur Erbauung einer Wasserkraftanlage im Süden der Stadt München erlangt werden. Diese, die wegen der ähnlichen Naturverhältnisse dieselben Hauptmerkmale aufweist wie das Uppenbornkraftwerk, arbeitet mit drei 5000 Volt-Drehstromgeneratoren von je 960 KW direckt auf das Hochspannungsnetz und ist bereits in Betrieb gekommen.

Über die Verwendung der in sämtlichen Werken verfügbaren Arbeit geben Fig. 434 u. 435 Auskunft.

Aus den Kurven in Fig. 434 ist zu ersehen, daß im Augenblicke der Höchstbelastung das Uppenbornkraftwerk nicht imstande wäre, sie zu decken. Vielmehr kommen ihm zu diesem Zeitpunkt die Akkumulatoren mit der in ihnen aufgespeicherten Arbeit zu Hilfe. Dieser Umstand hat seine vollständige Berücksichtigung in Fig. 435 gefunden.

Beide Kurven zeigen als Hauptcharakter, daß gerade im Winter bei größtem Konsumbedarf die Leistungsfähigkeit der Wasserkraftanlagen am geringsten ist. Zu dieser Zeit muß alljährlich die Dampfreserve in Betrieb genommen werden, um die fehlenden Arbeitsmengen zu erzeugen.

Infolge Anschlusses geeigneter industrieller Anlagen, die ihre notwendige elektrische Arbeit im Sommer von der Stadt billig beziehen, im Winter dagegen diese mit ihren eigenen Dampfanlagen erzeugen, wird sich der Konsum in kommenden Jahren der maximalen Produktionsmöglichkeit nähern, so ist die höchste Ausnutzung der Wasserkraftwerke möglich.

Um den fortwährend steigenden Winterkonsum decken zu können, wird eine Vergrößerung des Dampfwerks Isartalstraße unvermeidlich sein. Einer weiteren Konsumerhöhung wird man durch stufenweise Ausnutzung des zwischen München und Moosburg vorhandenen Gefälles der Isar gerecht werden können. Ob es sich dabei nicht empfiehlt, die Wasserwerke statt auf 70 auf 50 cbm/Sek. auszubauen, um das Anwachsen der im Sommer nicht ausnutzbaren Kräfte nicht nutzlos zu erhöhen, sondern die Leistungsfähigkeit das ganze Jahr über gleichmäßiger zu gestalten, bedarf einer eingehenden Erwägung.

Die Art und Weise der Beschaffung der für die Versorgung der Stadt München mit Licht und Kraft notwendigen elektrischen Arbeit ist somit auf Jahre hinaus klar vorgezeichnet. Dank der gewählten Grundlagen wird der Anschluß jedes neuen Kraftwerkes an die bestehende gesamte Anlage ohne jede Schwierigkeit erfolgen.

Eine zweckmäßige Tarifreform wird einerseits den Stromkonsum der Werke bedeutend erhöhen, anderseits auch der wirtschaftlich schwächeren Bevölkerung der Stadt die mannigfaltigen Vorteile der Elektrizitätswerke zuteil werden lassen.

Ein tragisches Geschick ist es, daß die beiden Männer, die mit klarem Geist und kundiger Hand die Münchener städt. Elektrizitätswerke begründet, sie großzügig entwickelt und einträglich geleitet haben, die Früchte ihrer Schöpfung, die sich den früheren würdig anreiht, nicht mehr sollten ernten können. Der Direktor Stadtbaurat Friedrich Uppenborn, der hervorragende Mann auf dem Gebiete der elektrotechnischen Wissenschaft, sollte die Inbetriebsetzung des Werkes, das nun seinen Namen trägt, nicht erleben. Er starb am 25. März 1907.

Nach kaum 10 Monaten ist ihm der nachmalige zweite Direktor und langjährige Betriebsleiter Sigmund Meyer im Tode gefolgt. Selbstlos und ohne Zeit und Mühe zu scheuen hat dieser die Oberleitung über die gesamte große Neuanlage geführt. Die Vollendung des Uppenbornkraftwerkes sollte für ihn zum Abschluß eines taten- und segensreichen Wirkens für die Stadt München werden.

Zusammenfassung.

Es wird das Uppenbornkraftwerk in Moosburg an der Isar beschrieben, das von den städtischen Elektrizitätswerken München gebaut und in Betrieb gesetzt wurde.

Es besteht aus einem Schleusen- und Überfallwehr, einem 3 km langen Kanal, einem Kraftwerk mit 3 Doppelzwillingsturbinen zu je 1887 PS Leistung mit wagrechter Welle und Betonsaugrohren.

Die unter 5000 Volt Spannung erzeugte elektrische Arbeit wird zwecks Übertragung durch Öltransformatoren auf 50000 Volt gebracht.

Es sind 2 Parallelleitungen von 53 km auf Eisenmasten verlegt — zahlreiche, umfangreiche Blitz- und Überspannungsschutzapparate sind vorhanden. Die hochgespannte elektrische Arbeit wird in München wieder auf 5000 Volt heruntertransformiert und durch das vorhandene Hochspannungskabelnetz den Unterwerken zugeführt.

Kleine Nachrichten.

Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

Elektrische Anlagen in den Rombacher Hüttenwerken. Die »Elektr. Kraftbetr. u. Bahnen« enthielten in ihrer Nummer vom 14. Dez. 1907 einen kurzen Überblick über die elektrische Anlage der Rombacher Hüttenwerke. Diese mustergültige Anlage bildet nicht nur ein instruktives Beispiel für die Anwendung der elektrischen Kraftübertragung und insbesondere für die Verwendung von Großgasmaschinen zum Betrieb der elektrischen Maschinen in Hüttenwerken, sondern weist auch einige besonders bemerkenswerte Maschinen und Antriebe auf, die im folgenden kurz beschrieben werden mögen.

Das Kraftwerk enthält neben Gleichstrom- und Drehstromdynamos normaler Bauart einige Gleichstrom-Schwungradmaschinen, die von Gichtgasmotoren angetrieben werden. Von diesen Dynamos sind zwei Stück als Doppelschwungradmaschinen für eine Leistung von je 2 × 400 KW und zwei Stück als Einfachschwungradmaschinen für je 800 KW ausgeführt.

In Fig. 436 bis 438 ist eine der Doppelmaschinen in Ansicht, Grund- und Aufriß dargestellt. Die beiden Anker der Dynamo sind in der Mitte der Welle einer vierzylindrigen Gaskraftmaschine von 1200 PS der Vereinigten Maschinenfabriken Augsburg, Werk Nürnberg, montiert, bei der je zwei Zylinder in Tandemanordnung

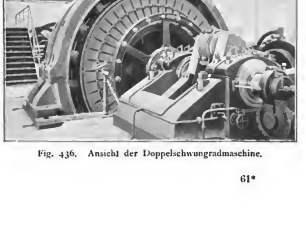


Fig. 436. Ansicht der Doppelschwungradmaschine.

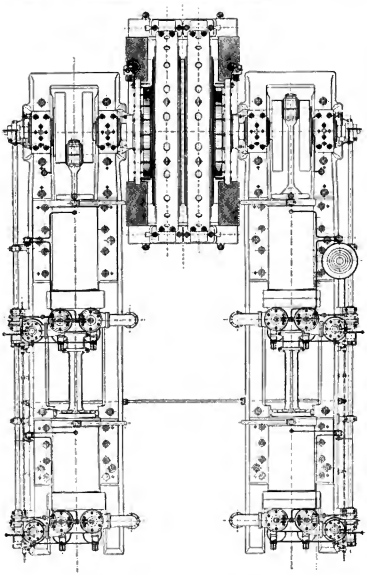


Fig. 437. Grundriß der Doppelschwungradmaschine.

zu beiden Seiten der Dynamo auf die Welle arbeiten. Die Spannung der Maschinen beträgt pro Anker 230 bis 350 Volt, die Drehzahl 120 pro Min. Ein Schnitt durch die Maschine ist in Fig. 439 wiedergegeben. Ein mit sechs Doppelarmen und außen mit Zahnkranz für das Klinkwerk versehener Ankerträger trägt beiderseits je eine Ankerbüchse, die zusammen mit einem Preßring die Ankerbleche aufnimmt. Die Welle ist in der Nabe konisch gedreht, so daß der Ankerkörper durch vier Schrauben, die in einen auf die Welle aufgesetzten Spannring eingreifen, auf dieser festgezogen werden kann. Der Ankerträger ist zweiteilig ausgeführt und am Kranz und der Nabe mit Schrauben zusammengezogen. Er wird auf der Welle durch zwei Schrumpfringe und zwei Keile gehalten.

Ankerbüchse und Preßring sind einteilig und so kräftig gehalten, daß sie zur Aufbringung des Schwunggewichtes wesentlich beitragen. Die Kollektorbüchse ist an die Ankerbüchse angeschraubt und mit Aussparungen zwecks Erhöhung der Ventilation versehen. Die Ankerwicklung liegt in Nuten und wird auf der als Wicklungsträger ausgebildeten Ankerbüchse und Preßring mittels Stahlbandagen gehalten. Sie ist als Reihenparallelwicklung mit $a = 5$ bei 20 Polen und mit Ausgleichsverbindungen nach D.R.P. Nr. 126872 ausgeführt, welch' letztere auf der Kollektorbüchse ihren Platz gefunden haben. Die Verbindungsdrähte zwischen Ankerwicklung und Kollektor sind in einem an einem Ansatz der Ankerbüchse aufgeschraubten Stabilitring gehalten. Das gußeiserne Magnetgehäuse ist glockenförmig ausgebildet, die Pole bestehen aus Schmiedeisen und haben ovale Querschnittsform. Der Bürstenträger wird von einer am Motorlager angeschraubten Manschette getragen.

Die beiden ebenfalls von Gasmotoren angetriebenen und wie die vorerwähnten Dynamos von den Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerken gelieferten Einfachschwungradmaschinen zu je 800 KW sind für eine Spannung von 230 bis 240 Volt bei 110 Umdr. pro Min. gebaut und unterscheiden sich nach der konstruktiven Seite hin in einigen Punkten von den oben beschriebenen Doppelmaschinen. In Fig. 441 sind die 800 KW-Generatoren dargestellt, den Schnitt durch einen derselben zeigt Fig. 440. Während bei den Doppelmaschinen ein besonderer Ankerträger vorhanden ist, an dem die beiden Anker angeschraubt sind, sind bei den 800 KW-Generatoren die Ankerbüchse und der Preßring unmittelbar auf die Welle aufgesetzt. Beide Teile sind zu diesem Zweck als

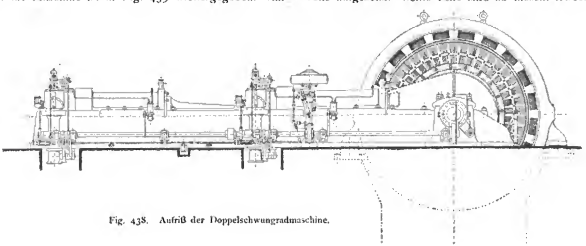


Fig. 438. Aufriß der Doppelschwungradmaschine.

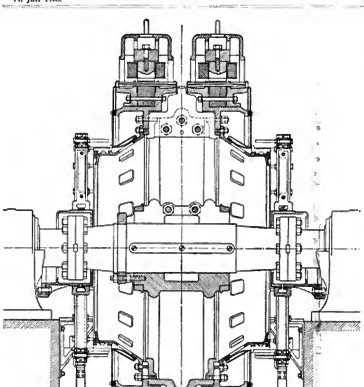


Fig. 439. Schnitt durch die Doppelschwungradmaschine.

Bemerkenswert sind unter den elektrischen Antrieben der Rombacher Hüttenwerke ferner zwei von den F. G. L. in Gemeinschaft mit der Firma Wolff, Essen, gelieferte Gichtaufzüge.[1]) Grundriß und Seitenansicht eines Aufzuges sind in Fig. 442 bis 443 wiedergegeben, das Schaltungsschema zeigt Fig. 444. Die Aufzüge sind doppeltrümig ausgeführt, doch kann die normale Förderung im Notfall auch mittels eintrümigen Betriebes bewältigt werden, zu welchem Zweck das Triebwerk entsprechend kräftig gehalten ist. Um möglichst große Betriebssicher-

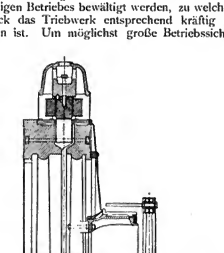


Fig. 440. Schnitt durch die Einfachschwungradmaschine.

achtarmige Radkörper ausgebildet und am Kranz mit Schraubenbolzen zusammengehalten, während die ineinandergepaßten Naben über einen Keil auf die Welle aufgezogen sind. Ankerbüchse und Preßring sind einteilig, die Naben vierfach gesprengt und mit zwei kräftigen Schrumpfringen zusammengezogen. Die Ankerbleche ruhen auf Rippen der Büchse und ergeben mit dieser und dem Preßring das gesamte notwendige Schwunggewicht. Die Kollektorbüchse ist mit einem Flansch an auf den Armen des Preßringes sitzenden Augen angeschraubt. Auch bei diesen Generatoren ist die Wicklung als Reihen-Parallelwicklung mit $a = p = 12$ ausgeführt und mit Äquipotentialverbindung versehen. Die nachstehende Tabelle gibt die Hauptdaten beider Maschinentypen.

		Doppelschwungradmaschine	Einfachschwungradmaschine
Leistung	KW	2 × 400	800
Drehzahl	n	120	110
Spannung	Volt	230—350	230—240
Schwungmoment GD^2	kgm²	290 000	350 000
Ges. rotir. Gewicht	kg	ca. 37 000	ca. 34 000
Ankerdurchmesser	mm	3500	4200
Ankerbreite	mm	180	170
Polzahl		20	24
Nutenzahl		675	900
Drähte pro Nut		2	2
Reihenzahl (a)		5	12
Lamellenzahl		675	900
Äußerer Durchm. d. Gestelles		4500	5200
Ges. Gewicht des festst. Teiles	kg	ca. 26 800	ca. 1700
Ges. Breite der Dynamo	mm	ca. 3560	ca. 1600
Ges. Länge	mm	ca. 5400	ca. 6200

heit zu erreichen, sind die der größten Beanspruchung unterworfenen Teile doppelt ausgeführt, wie z. B. die Fahrschalter, die Elektromotoren mit den ersten Vorgelegewellen, die Bremsen auf den Motorwellen, die Notbremse auf den Seiltrommeln usw. Die Schaltung ist so eingerichtet, daß die beiden Motoren nicht nur mit ihren zugehörigen Anlassern abwechselnd benutzt werden können, sondern daß auch ein wechselseitiger Betrieb von Motoren und Anlassern, sowie ein gleichzeitiges Arbeiten der Motoren möglich ist. Die gegenseitige Austauschbarkeit der Motoren und ihrer Steuerung gestattet eine Fortsetzung des Betriebes auch beim Schadhaftwerden einer der beiden Teile. Die Möglichkeit, die Motoren gleichzeitig auf ein Vorgelege arbeiten zu lassen, wird dann von Nutzen, wenn wegen eines Seilbruches oder Schadens im zweiten Vorgelege das dann nicht ausgeglichene Gewicht des Gichtwagens und die etwas größere Ladung desselben eine höhere Leistung der Antriebsmaschine verlangt. Selbstverständlich sind auch alle Vorkehrungen gegen Übertreiben, Hängeseil, Störungen beim Ausbleiben des Stromes oder Leitungsbruch getroffen.

Jeder der Motoren leistet 100 PS bei 290 Umdr. pro Min. und 220 Volt Spannung. Um einen möglichst gleichmäßigen Betrieb auch bei variabler Belastung zu erreichen und eine scharfe und exakte Bremswirkung zu erzielen, wenn der Motor als Dynamo Rückstrom liefert, sind die Motoren gegenkompoundiert. Beim Anlassen

[1]) Ausführliche Beschreibung eines ähnlichen Gichtaufzuges aus der Feder des Verfassers findet sich in »Stahl und Eisen«, 15. Juni 1905.

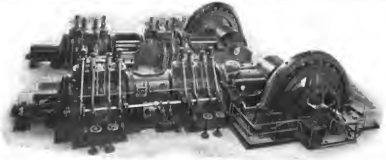


Fig. 441. Ansicht der Einfachschwungradmaschinen.

wird die Verbundwicklung abgeschaltet. Das Bremszeug für die Arbeitsbremsen ist mit den Bremsbacken an dem Fundamentrahmen des Haspels befestigt und wird in Abhängigkeit von dem Steuerapparat durch Magnete betätigt, die auf besonderen gußeisernen Böcken hinter den Motoren aufgestellt und für eine Zugkraft von 100 kg bei einem Hub von 100 mm bemessen sind. Sobald der Motor Strom erhält, wird die Bremse gelüftet und fällt von selbst wieder ein, wenn der Motor ausgeschaltet wird oder der Strom aus irgend einem anderen Grunde ausbleibt.

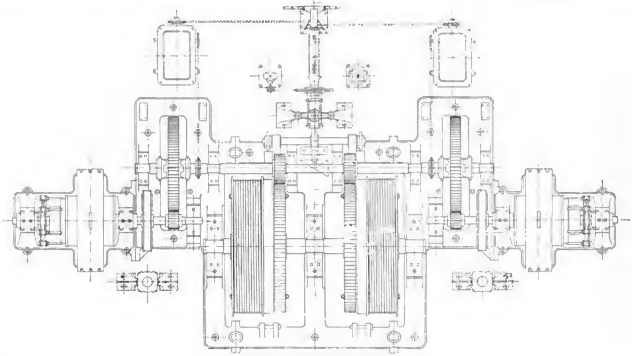


Fig. 442. Grundriß des Aufzuges.

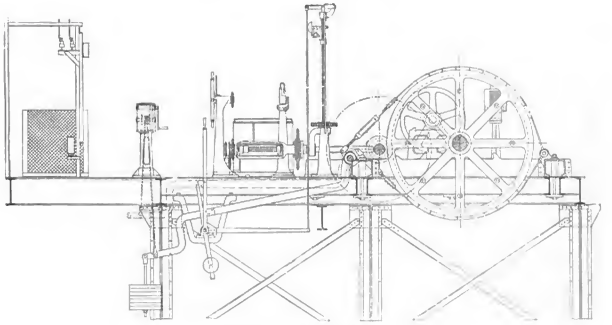
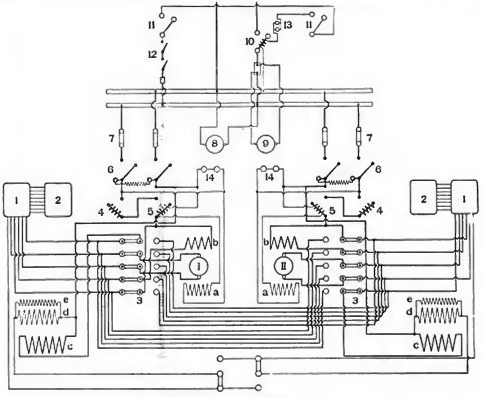


Fig. 443. Seitenansicht des Aufzuges.

In der Mittelachse des Triebwerkes und einen bequemen Überblick über alle Teile desselben gewährend, ist der in Fig. 445 dargestellte Führerstand mit dem Steuerhandrad angeordnet. Die Steuerung ist vollständig selbsttätig, derart, daß dem Maschinisten lediglich die Aufgabe zufällt, die Hub- und Senkbewegung einzuleiten, während der eigentliche Steuervorgang, sowie Abstellen und Bremsen von dem Aufzug selbsttätig und zwangläufig durchgeführt werden. Es ist dies durch Verbindung einer vom Führer betätigten Einschaltwalze mit einer vom Aufzug selbst in Bewegung gesetzten Anlaßwalze erreicht. Die Abstellung des Getriebes erfolgt durch die Retardiervorrichtung, die bei Erreichung der Endstellungen die Anlaß- und die Einschaltwalze auf Null zurückdreht und mittels auf dieser letzteren angebrachten Bremskontakte den Motor als Dynamo abbremst. Gleichzeitig mit dieser elektrischen Bremsung des Motors wird durch den Bremsmagneten, der beim Aussehalten stromlos wird, die mechanische Bremse (Manövrierbremse) auf der Motorwelle eingeworfen. Außerdem ist als dritte Bremse noch die auf die Seiltrommeln wirkende Notbremse vorhanden, die rein mechanisch durch die Muttern des Teufenzeigers ausgelöst wird, jedoch auch vom Führerstand aus betätigt werden kann.

Das Schaltungsschema (Fig. 444) mit angefügter Legende läßt noch einige Sicherheitsvorrichtungen erkennen. Z. B. hat der Minimalausschalter 10 den Zweck, bei etwaigem Sinken der Kraftwerksspannung den Strom zu unterbrechen und so den Aufzug zum Stillstand zu bringen. Mit der Wieklung des Minimalunterbreehers sind die an den Enden der Fahrbahn vorgesehenen Endausschalter, sowie die Schalter gegen Hängeseil in Reihe geschaltet, so daß das System also auch stromlos wird und Stillstand eintritt, falls wider Erwarten die Retardiervorrichtung versagen und das Abstellen der Motoren versäumen sollte, oder Hängeseil auftritt. Ein zweiter Minimalaus-



Legende zum Schaltungsschema.

1 Fahrschalter.
2 Widerstände.
3 Umschaltschienen.
4 Maximalausschalter.
5 Minimalausschalter.
6 Ausschalter.
7 Sicherungen.
8 Spannungszeiger.
9 Stromzeiger.
10 Minimalausschalter.
11 Endausschalter.
12 Schalter gegen Hängeseil.
13 Glühlampen als Widerstände.
14 Glühlampen als Widerstände.
I und II Motoren.
a Nebenschlußerregung der Motoren.
b Hauptstromwicklung der Motoren.
c Bremsmagnet, Hauptstromwicklung.
d Bremsmagnet, Nebenschlußwicklung.
e Schutzwiderstand.

Fig. 444. Schaltungsschema des Aufzuges.

Fig. 445. Führerstand mit Steuerhandrad.

Fig. 446. Anlasser für einen 450 PS-Motor.

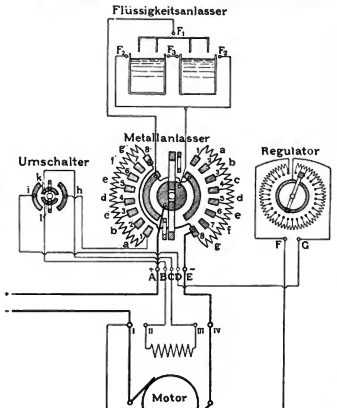


Fig. 447. Schaltungsschema des Anlassers für einen 450 PS-Motor.

schalter 5 sichert den Aufzug vor den Folgen einer etwaigen Unterbrechung des Feldmagnetstromkreises. Falls etwa die Endabstellungen versagen und die Notbremse selbsttätig (durch den Teufenzeiger) oder von Hand ausgelöst werden sollte, wird der Maximalausschalter 4 durch die augenblicklich eintretende Überlastung des Motors den Strom unterbrechen.

Ein weiterer von den F. G. L. gelieferter Apparat, dessen Konstruktion und Wirkungsweise Interesse bieten, ist in Fig. 446 dargestellt. Es ist ein für einen 450 PS-Motor bestimmter Anlasser, bei dem ein Metallanlasser mit einem Flüssigkeitswiderstand in eigenartiger Weise kombiniert ist. Bekanntlich bietet der Bau von Metallanlassern dann erhebliche Schwierigkeiten, sobald größere Energiemengen in Betracht kommen. Wenn es sich um Stromstärken von z. B. 1000 Amp. und mehr handelt, kommt man zu außerordentlich schweren und teueren Konstruktionen, da zur Vermeidung von Lichtbogenbildung und allzu großen Stromstößen zwischen den einzelnen Regulierstufen eine sehr weitgehende Unterteilung der Kontaktbahn notwendig ist. Auf der anderen Seite sind Flüssigkeitsanlasser zwar einfach und billig und gestatten eine sprunglose Regulierung, bieten aber den Nachteil starker Knallgasentwicklung und eignen sich auch nicht für dauernde Einschaltung, falls nicht sehr große Dimensionen gewählt oder besondere Vorkehrungen zur künstlichen Kühlung getroffen werden. Die vorliegende patentierte Konstruktion vereinigt nun in eigenartiger Weise die Vorteile des Metallanlassers mit denjenigen des Flüssigkeitswiderstandes und führt zu einem verhältnismäßig billigen Apparat, der trotz geringer Anzahl der Kontakte eine feine Regulierung und die Möglichkeit der dauernden Einschaltung gestattet und — was die Hauptsache ist — keinerlei Funkenbildung an den Kontakten ergibt. Das Prinzip des Apparates läuft darauf hinaus, daß vor dem Hauptschleifkontakt ein Hilfskontakt angeordnet ist, der mit ersterem durch einen Flüssigkeitswiderstand in Verbindung steht (siehe Schema Fig. 447). Metallanlasser und Flüssigkeitswiderstand sind so miteinander gekuppelt, daß der letztere jedesmal seinen Wert von ∞ bis 0 und wieder auf ∞ ändert, während die Hauptbürste von einem Kontakt auf den nächsten übergeht. Bei dem Übergang von einer Schaltstufe zu der nächsten wird also der abzuschaltenden Widerstandsstufe ein variabler Flüssigkeitswiderstand parallel geschaltet. Dessen Wert ist Null in dem Moment, in dem die Hauptbürste zwischen zwei Kontakten steht, ohne sie zu berühren. Der Strom geht dann über die Hilfsbürste und den kurzgeschlossenen Flüssigkeitswiderstand. Sobald die Hauptbürste den nächsten Kontakt berührt und auf diesem fortschreitet, wird der Flüssigkeitswiderstand allmählich wieder abgeschaltet und die Hauptbürste somit mehr und mehr belastet, bis zur völligen Abschaltung des Flüssigkeitswiderstandes und alleinigen Stromleitung der Hauptbürste. Wie ersichtlich, findet eine Trennung metallischer Kontakte nur in stromlosem Zustand statt, so daß keinerlei Funkenbildung auftreten kann. Da der Flüssigkeitswiderstand nur vorübergehend in den Stromkreis eingeschaltet ist, tritt eine störende Gasentwicklung nicht auf. Stromstöße werden vermieden durch das allmähliche Überleiten des Stromes von einem Kontakt auf den anderen, und da so gewissermassen der Metallwiderstand die grobe, der Flüssigkeitswiderstand die feine Regulierung übernimmt, kommt man mit einer verhältnismäßig geringen Stufenzahl auf der Kontaktbahn aus. Solche Anlasser werden von der genannten Firma bis zu mehreren 1000 Amp. ausgeführt und haben sich überall gut bewährt.

Berichtigung.

In Heft 13 d. J. sind auf Seite 259 die Legenden der beiden Figuren 295 und 296 versehentlich vertauscht worden. Ferner soll es bei der zu Figur 295 gehörenden Legende lauten: V. Erregerverluste bei 110 Volt, statt: VI. und VI. Wirkungsgrad, statt: VII.

Die Schriftleitung.

Geschäftliches.

Das Spezialgeschäft für Fabrikschornsteinbau und Dampfkesseleinmauerungen von H. R. Heinicke, Chemnitz, Wilhelmplatz 7, beging am 1. April sein 25jähriges Geschäftsjubiläum.

Die Gründung dieses Geschäftes erfolgte von Herrn Heinicke zunächst in kleinerem Umfange. Sein schöpferischer Geist führte auf diesem Gebiete aber bald verschiedene Neuerungen und Arbeitsmethoden ein, so daß es unter seiner Führung einen stetigen, erfreulichen Aufschwung nahm. Um den fortwährend gesteigerten Ansprüchen genügen zu können, sah sich die Firma in den letzten Jahren veranlaßt, in den größeren deutschen Industriebezirken, wie auch im Auslande, Filialen zu errichten.

Die Firma ist heute die größte ihres Faches. Sie genießt einen Weltruf und führte unter anderen größeren Bauten bekanntlich die 140 m hohe Esse für die Kgl. Halsbrücker Schmelzhütten bei Freiberg i. S. aus, die heute noch der höchste Schornstein der Erde ist.

Besitzer von Dampfbetrieben wird die Mitteilung interessieren, daß die durch ihre Gegenstrom-Kondensationsanlagen, sowie durch ihre Dampfentölungsapparate bekannte Firma Otto Sorge in Berlin-Grunewald, unter gleichzeitiger erheblicher Vergrößerung ihres Betriebes in eine G. m. b. H. unter der Firma Kondensationsbau-Gesellschaft m. b. H., vormals Otto Sorge, umgewandelt worden ist.

Aus den Geschäftsberichten.

Auszug aus dem Geschäftsbericht der Straßenbahn Hannover für das Jahr 1907. Im verflossenen Geschäftsjahre machte die Entwicklung der Straßenbahn Hannover weitere erfreuliche Fortschritte.

Sämtliche Betriebszweige des Unternehmens erzielten Mehreinnahmen und zwar:

der elektrische Personenbetrieb . . .	M.	457 193,28
der Güterbetrieb	»	17 647,93
der Licht- und Kraftbetrieb	»	83 203,43
der Omnibusbetrieb	»	593,95

Den Gesamt-Mehreinnahmen (einschl. Vortrag) von . . . . . » 621 351,70 stehen gegenüber Mehrausgaben von . » 314 498,55 so daß der Bruttogewinn sich erhöht auf » 1 768 899,07

gegen 1906	»	1 462 045,92
» 1905	»	1 168 739,20
» 1904	»	968 474,76
» 1903	»	751 731,28
» 1902	»	459 191,15

In den Mehrausgaben sind u. a. enthalten, entsprechend dem Anwachsen der Betriebseinnahmen, erhöhte Abgaben an die Städte Hannover und Linden, ferner erhöhte Rückstellungen für schwebende Haftpflichtfälle, sowie insbesondere ein Kursverlust an dem Effektenbestande in Höhe von M. 55 302,67.

Der Abschluß ermöglicht bei gleichbleibend vorsichtiger Bemessung der Abschreibungen und Zuweisungen an die verschiedenen Fonds neben 5%iger Dividende an 22 582 Gewinnanteilscheine die Verteilung von 2% Dividende an M. 23 000 000 Vorzugsaktien und die Auslosung von M. 166 250 Gewinnanteilscheinen.

Neue Bücher.

Die Eisenbahntechnik der Gegenwart. Herausgegeben von Barkhausen, Geh. Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule Hannover, Blum, Geh. Oberbaurat, Berlin, † von Borries, Geh. Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule Berlin, Courtin, Baurat, Karlsruhe, Weiß, Ministerialrat, München. Zweiter Band: Der Eisenbahnbau der Gegenwart. Zweiter Abschnitt: Oberbau und Gleisverbindungen. Zweite umgearbeitete Auflage, bearbeitet von A. Blum, Berlin, † Schubert, Berlin, Himbeck, Berlin, Fraenkel, Tempelhof. XIII und 314 Seiten, Lex. 8° mit 440 Abbildungen im Text und 2 Tafeln. Wiesbaden 1908, C. W. Kreidel. Preis geh. M. 12.

Die erste Auflage des Abschnittes ist im Jahre 1899 erschienen. Seit dieser Zeit ist die Entwicklung des Oberbauwesens langsam in ihren alten Bahnen weitergegangen; grundlegende Änderungen in den Anschauungen haben sich nicht ergeben. Daher konnte bei der zweiten Auflage die Einteilung des Textes im wesentlichen unverändert bleiben. Entfernt wurden die Abschnitte über den Oberbau der Zahnbahnen und Seilbahnen und über die Stromleitungen der elektrischen Bahnen; sie haben inzwischen im Band IV zum Teil bereits eine Neubearbeitung erfahren. Die Gleisverbindungen, Drehscheiben und Schiebebühnen, die früher einen Teil des Abschnittes 3, Bahnhofsanlagen bildeten, sind jetzt mit dem Oberbau zu dem vorliegenden Abschnitt vereinigt.

Welche Durcharbeitung und Ergänzung der Inhalt in der zweiten Auflage erfahren hat, geht schon daraus hervor, daß der frühere Umfang einschließlich der jetzt weggelassenen Abschnitte nur 284 Seiten mit 407 Abbildungen umfaßte. Die Erweiterungen und Vervollständigungen erstrecken sich fast gleichmäßig über den ganzen Inhalt, überall sind die neuesten Formen und Ausführungen aufgenommen. Der Abschnitt über Straßenbahnoberbau ist in glücklicher Weise mit dem über Schwellenschienen verbunden. Auch sonst sind vereinfachende Umstellungen vorgenommen. Ganz neu hinzugekommen sind Abschnitte über Eisenbetonschwellen, über Weichen mit federnden Zungen, über Bogenweichen. Eingehend besprochen sind jetzt die Antriebe von Drehscheiben (Druckwasser, Druckluft, Elektrizität).

Das Buch kann wiederum als mustergültig bezeichnet werden. Schimpff.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

1. Ganze Kraftanlagen (Kraftwerke).

Japanese Hydro-Electric System. (Elect. World, 18. Jan. 1908, S. 135.)* Zur Versorgung von Wakagama, einer Stadt von 70000 Einwohnern, mit Elektrizität ist am Hitaka Fluß, 42 km von Wakagama entfernt, ein Wasserkraftwerk erbaut worden. Nutzgefälle von 23,2 m. Im Kraftwerk vier Francisturbinen der Ateliers de Construction mechanique in Vevey (Schweiz), direkt gekuppelt mit 625 KW-Drehstromgeneratoren für 12000 Volt, 50 Perioden, 375 Umdr. pro Min. von Brown, Boveri & Co. Die Anlage stammt von Saiga & Co. in Osaka.

The Turbine Station of the Fall River Electric Light Company. (Elect. World, 25. Jan. 1908, S. 175.) Das Kraftwerk enthält vier 350 PS Babcoek & Wileoxkessel zu je 322 qmm Heizfläche und 5,53 qm Rostfläche, ausgerüstet mit je einem Überhitzer für Dampf von 11,5 Atm. und 244° C. Aufgestellt sind zwei 1000 KW- und ein 500 KW-Drehstromturbogenerator (2500 Volt, 60 Perioden). Sämtliche Turbogeneratoren sind momentan um 75% überlastbar. Garantierter Dampfverbrauch in kg pro KW.St. bei 10,52 Atm

Belastung	500 KW-Generator	1000 KW-Generator
1/2 normal	9,9	9,72
normal	8,82	8,82
1 1/2 normal	9,05	9,05

Oberflächenkondensatoren, Kühlfläche bei 1000 KW 334 qm, bei 500 KW 167 qm. Leistung des Kondensators für 1000 KW = 9450 kg/St., des Kondensators für 500 KW = 4725 kg/St. bei einem Vakuum von 700 mm Hg. Für die Erregung sind zwei 35 KW-Gleichstromgeneratoren vorhanden, von denen einer durch eine Dampfmaschine, der andere durch einen Drehstrommotor angetrieben wird, eine Akkumulatorenbatterie fehlt. In 2,4 km Entfernung vom Kraftwerk befindet sich ein Unterwerk, von dem aus Drehstrom und Gleichstrom verteilt wird.

Hydro-Electric Plant for Tokio, Japan. (Elect. World, 8. Febr. 1908, S. 288.) Das Kraftwerk enthält sechs 3000 KW-Drehstromgeneratoren für 6600 Volt, 50 Perioden. In drei Sätzen von je drei 2000 KW-Transformatoren erfolgt die Heraufransformierung auf die Übertragungsspannung von 60000 Volt. Länge der Fernleitung 40 km bis zum Hauptunterwerk Waseda im Weichbild von Tokio, wo in 18000 KW-Transformatoren die Fernleitungsspannung von 60000 Volt auf 11000 Volt herabgesetzt wird. Von hier aus Verteilung an weitere Unterwerke, wo die Spannung für das Verteilungsnetz auf 2000 Volt herabtransformiert wird, die hierzu verwendeten Transformatoren haben eine Kapazität von je 250 KW. Die Anlage ist die erste in Japan mit 60000 Volt.

Equipment of Japanese Hydro-Electric Plant. (Elect. World, 8. Febr. 1908, S. 312.) Die General Electric Co. erbaut eine Kraftübertragungsanlage für Nagoya, eine Stadt von 250000 Einwohnern, 480 km von Tokio entfernt. Das Wasserkraftwerk am Naiko-Fluß erhält vier 2500 KW-Drehstromgeneratoren für 6600 Volt, 60 Perioden, Drehzahl 360 pro Min. In zwölf wassergekühlten 1000 KW-Transformatoren wird dann auf die Fernleitungsspannung von 60000 Volt hinauftransformiert, Länge der Fernleitung 48,4 km. In Nagoya wird in dem Hauptunterwerk in neun wassergekühlten 1350 KW-Transformatoren die Spannung auf 11000 Volt herabgesetzt. Von hier erfolgt die Übertragung an weitere Unterwerke in Kabeln, von diesen aus wird dann die Energie oberirdisch und unterirdisch mit 3000 Volt verteilt.

High Tension Energy Transmission in Peru. (Elect. World, 1. Febr. 1908, S. 223.)* Im Wasserkraftwerk Chosika sind drei 400 KW-Generatoren und zwei 800 KW-Generatoren der General Electric Co., direkt gekuppelt mit Peltonrädern (Drehzahl 150, nutzbares Gefälle 45,7 m). Übertragung vermittels zweier Leitungsstränge mit 33000 Volt, in Lima wird auf die Verteilungsspannung von 2300 Volt herabtransformiert. Betrieb zweier Kleinbahnen von 13 und 16 km Länge. Gegenwärtig ist eine dritte Übertragungsleitung zwischen Chosika und Lima im Bau. Während bei den beiden ersten Zedernholzmasten verwendet wurden, werden jetzt Gittermasten aus Stahl aufgestellt (Höhe 15 m, Abstand von Mast zu Mast 134 m). Trotz der um 15% höheren Anlagekosten sind sie wegen der geringeren Unterhaltungskosten billiger. Ein Holzmast kostet rd. M. 40, ein 15 m hoher Gittermast rd. M. 140 (ausschließlich Fundament). Sechs Leute können in einem Tag rund sechs Maste aufstellen. — Ein zweites Kraftwerk (Wasser- und Dampfkraft) befindet sich in Lima. Hier sind zwei direkt mit den Turbinen gekuppelte 400 KW-Generatoren (nutzbares Gefälle 26 m) aufgestellt. Die Dampfanlage umfaßt sieben für Ölfeuerung eingerichtete 500 PS-Dampfkessel und stehende Dampfmaschinen, eine 1000 PS-Curtisturbine wird montiert. Diese Anlage arbeitet mit dem Kraftwerk in Chosika parallel. Eine dritte Wasserkraftanlage befindet sich in Yanacota. Nutzbares Gefälle 87 m. Aufgestellt sind drei 1250 KW-Generatoren der General Electric Co., direkt gekuppelt mit je einem 2500 PS-Peltonrad.

Die Kraftwerke Brusio und die Kraftübertragung nach der Lombardei. (Schweiz. Bauz. Band 51, Nr. 7, 15. Febr. 1908.)* Fortsetzung. Elektrischer Teil. Zwölf Drehstromgeneratoren von je 3000 KVA, verkettete Spannung 7000 Volt, 375 Umdr. pro Min., Periodenzahl 50. Spannungsregulierung + 10%, also zwischen 6300 und 7700 Volt bei gleichbleibender Leistung, Überlastung 25% während zwei Stunden, Leistungsfaktor cos $\varphi = 0{,}7$, Spannungserhöhung von Vollast auf Leerlauf bei gleichbleibender Erregung und cos $\varphi = 1$, 7%, cos $\varphi = 0{,}7$, 20%. Erwärmung 45° C über Außentemperatur nach 24 stündiger Vollast. Besonders bemerkenswert ist die Versteifung der Wicklungen gegeneinander und gegen das Eisengehäuse zwecks größerer Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung von Kurzschlüssen. Rotor und Pole aus einem Stück aus Hohlguß. Erregerwicklung besteht aus hochkant gewickeltem Flachkupfer, gehalten durch die Polschuhe. Gesamtgewicht eines Generators 56000 kg, schwerster Teil Rotor und Welle, 18200 kg.

Zum Transport der Maschinen wurde wegen zu hoher Versieherungskosten ein besonderer Transportwagen gebaut, der sich sehr gut bewährt hat.

Die Erregung erfolgt von vier gesonderten Erregermaschinen mit Nebenschlußwicklung 150 KW, 115 Volt, 430 Umdrehungen pro Min., jede ausreichend für die Erregung von vier Generatoren bei 25% Überlastung cos $\varphi = 0{,}7$. Die Maschinenkahel sind Okonitkabel. Die Schaltanlage ist nicht zentralisiert, sondern jeder Generator besitzt eine eigene Schaltafel. Die Instrumentierung ist sehr reichlich, da für jede Maschine außer den notwendigen Strom- und Spannungszeigern auch noch Synchronisierungsspannungszeiger und Phasenlampen vorhanden sind. Die Apparate für die Erregermaschinen sind auf einer besonderen Schaltwand untergebracht, vor der eine Schaltsäule steht, von der aus die Spannungsregulierung der parallel geschalteten Generatoren erfolgt.

E. Bau der Fahrzeuge.

7. Mit Akkumulatoren bewegte Fahrzeuge.

Über Fortschritte im Bau von Elektromobilen. Von W. A. Th. Müller. (E. T. Z., 12., 19. und 26. Dez. 1907, S. 1190, 1208 und 1232.)* Es ist am richtigsten die ungefederten Massen eines Fahrzeuges so leicht wie möglich zu machen und dafür lieber den gefederten Wagenkasten mehr zu belasten. Deshalb ist es vorteilhaft, die Motoren nicht an den Achsen, sondern am Wagenrahmen zu befestigen. Ebenso sollte die Batterie, die $^1/_3$ bis $^2/_3$ des Wagengewichtes ausmacht, mit dem gefederten Wagenoberteil fest verbunden sein, dadurch wird vorteilhaft die Trägheit des Wagenoberteils noch vermehrt. Einbau der Zellen in die Sitzbänke unzweckmäßig, da die Beaufsichtigung während der Ladung erschwert ist und der Wagen unter den Säuredämpfen leidet. Am vorteilhaftesten sind auswechselbare Batterien, damit der Wagen während des Ladens nicht unbenutzt bleiben muß und die Ladung mit Sorgfalt geschehen kann. Eine Unterteilung der Batterie in zwei oder vier Gruppen zur Regelung der Motorspannung ist wegen der ungleichen Ladung und Entladung und der dadurch verursachten geringeren Lebensdauer zu vermeiden. Der günstigste Platz (leichte Zugänglichkeit) für die Batterie ist vor dem Führerplatz. — Es ist vorteilhaft die Vorderräder zum Lenken zu benutzen und besser die Lenkung durch Achsschenkel als durch das Herumschwenken der ganzen Achse zu bewirken. Um das Schleudern einzuschränken, soll der Schwerpunkt möglichst in der Mittellinie des

Wagens liegen. — Es ist zweckmäßig, nur einen Motor zu verwenden, um an Gewicht und Leerlaufsarbeit zu sparen. Um die Geschwindigkeit ohne Verluste in feinen Stufen zu verändern, empfiehlt sich die Verwendung von Nebenschlußmotoren. Die Drehzahl läßt sich durch Veränderung des Erregerstromes im Verhältnis 1 : 3 verändern. Zur Unterdrückung des Bürstenfeuers sind Wendepole anzuordnen. Der Fahrschalter wird dabei sehr klein und wenig abgenutzt, da nur der schwache Erregerstrom zu regeln ist. Zum Anlassen und für die Fahrt mit ganz geringer Geschwindigkeit sind Widerstände im Ankerkreis einzuschalten. Durch Verwendung des Nebenschlußmotors läßt sich bei Talfahrt und bei Bremsung Strom zurückgewinnen. — Zur Kraftübertragung von dem am Rahmen befestigten Motor auf die Tischachse empfiehlt sich, ein oder zwei Kardangetriebe zu verwenden (Leerlaufsverbrauch zu etwa 80 Watt gemessen). — Besprechung einiger nach diesen Gesichtspunkten von den Siemens-Schuckertwerken ausgeführter Wagen. Eine schon 1905 ausgeführte Droschke hat folgende Daten: Gewicht 1250 bis 1475 kg, Batterie von 44 Elementen, Typ 3 Ky 285/4 der Akkumulatorenfabrik A.-G. mit 146 Amp.St. Kapazität und 440 kg Gewicht ist vor dem Führersitz aufgestellt. Ein Nebenschlußmotor, die Geschwindigkeit läßt sich durch die Erregung in feinen Stufen von 11,5 bis auf 30 km/St. verändern. Bemerkenswertes Versuchsergebnis: der Stromverbrauch ist bei Vollgummibereifung (26 Amp.) um 25% geringer als bei Preßluftbereifung (35 Amp.) (bei 25 km/St. Geschwindigkeit und 85 Volt Batteriespannung, Wagengewicht mit Personen 1600 kg). Arbeitsverbrauch der Personenfahrzeuge der S. S.-W. pro 1 tkm bei Preßluftbereifung = 75 bis 80 W.St., bei Vollgummibereifung bis 50 W.St., Fahrbereich mit einer Ladung 100 bis 140 km. — Lastwagen für 5000 kg Tragfähigkeit und 8 km/St. Geschwindigkeit. Die Drehzahl des Nebenschlußmotors wird bis 4 km/St. durch Widerstände im Ankerkreis und von 4 bis 8 km/St. durch die Erregung verändert. Die Batterie (88 Elemente 3 Ky 285/4 von 146 Amp.St. Kapazität) ist hinter dem Führersitz angeordnet. Längste Fahrstrecke mit einer Ladung bei 7 km/St. und 4000 kg Nutzlast = 52 km. — Elektromobildreiräder für die Post, vollkommen gefedert, 271 kg Leergewicht, 75 kg Nutzgewicht, Batterie aus 20 Elementen 3 Ky 210/4 von 80 Amp.St. Kapazität und 136 kg Gewicht. Bei 60 kg Nutzgewicht und 19,5 km/St. Verbrauch für 1 tkm = 73 W.St. Fahrstrecke mit einer Ladung = 100 km. Hauptstrommotor mit nur einer Widerstandsstufe im Ankerkreis zur Geschwindigkeitsregelung.

Über elektrische Automobilmotoren. Von Dr. Sieg. Vortrag in der Elektrotechnischen Gesellschaft zu Köln. (E. T. Z., 9. Jan. 1908, S. 39.) Bis 1905 wurden nur für Luxuswagen Geschwindigkeiten über ca. 15 km/St. verlangt, seit 1905 fordert man auch für Droschken eine Mindestgeschwindigkeit von 25 km/St. Die Betriebserfahrungen mit diesen hohen Geschwindigkeiten und sehr angestrengtem Betrieb (die Wagen haben auswechselbare Batterie und fahren in Doppelschicht) sind: 1. Achsen, Federn und Motoraufhängungen müssen für Droschken erheblich stärker sein als für Luxuswagen. Im Gesenk gepreßte Achsen aus weicherem Material neigen zu Durchbiegungen und Bruch, sind daher zu vermeiden. 2. Rohhautritzel sind für sicheren Betrieb ungeeignet, sie halten nur etwa 2500 bis 4000 km (bei 200 km pro Tag nur etwa 8 Tage). Nimmt man das Ritzel aus Stahl, das große Rad aus Rohhaut, so wird die Betriebsdauer des Rohhautrades etwa 10 mal so groß, jedoch deformiert sich die Rohhaut infolge Feuchtigkeit sehr leicht. 3. Drahtwiderstände in ständig benutzten Fahrstellungen sind zu vermeiden, alle normalen Fahrgeschwindigkeiten sind nur durch Schaltung der Motoren (nicht der Batterie) einzustellen. 4. Bei Benutzung der Bremse ist der Batteriestrom selbsttätig zu unterbrechen, erst bei Rückgang des Bremshebels auf die Nullstellung darf er sich wieder einschalten. 5. Vorderradantrieb neigt weniger zum Schleudern als Hinterradantrieb, auch bei ersterem sind jedoch Gleitschutzreifen an den Hinterrädern notwendig. — Betriebskosten der Bereifung häufig über 10 Pf. pro km. Versuche mit den üblichen Vollgummireifen führten zu Achs- und Lenkschenkelbrüchen und zeigten sich bei Vorderradantrieb als ganz unmöglich. — Zur Erreichung von großen Fahrtlängen müssen die Motoren einen möglichst hohen Wirkungsgrad haben, da schnellaufende Motoren einen besseren Wirkungsgrad haben als langsam laufende, sind sie vorteilhafter, wenn man nicht langsam laufende Motoren wie Lohner-Porscher unmittelbar in die Räder einbaut und dabei die Verluste im Vorgelege spart.

G. Bahnbetrieb und -unterhaltung, Verkehrswesen.

Benzolbetrieb für Motorwagen. Von A. Heller. (Z. d. V. D. I., 7. Dez. 1907, S. 1945.)* Gesamteinfuhr an Benzin in England stieg von 1904 bis 1906 von 30000 t auf 100000 t, Preis von 18,4 auf 29,4 Pf. pro l. Ersatz durch Benzol erwünscht (spez. Gewicht 0,89, Verdampfungstemperatur 80 bis 120°, Heizwert gleich dem des Benzins). Konstruktionen von Benzolvergasern; Grundbedingung ist, daß der an der Brennstoffdüse vorbeistreichende Luftstrom eine wesentlich größere Geschwindigkeit erhält als bei Benzinvergasern. Konstruktion der Daimlermotoren-Gesellschaft mit Einstellung des Gemisches vom Regulator aus; Versuch an Lastwagen von 4000 kg Nutzlast: auf gerader Straße bei guter Witterung legte der Wagen mit 27 kg Benzol bei voller Last 133 km mit 18 km pro Stunde zurück; 1,14 Pf. pro tkm. — Berliner Motorvagenfabrik in Reinickendorf; Versuche noch nicht bekannt. Nach Versuchen mit einem N. A. G.-Motor betrug der Verbrauch pro kg/PSe.St. bei Motorenspiritus 0,674 Pf., bei Benzin 0,339 Pf., bei Benzol 0,381 Pf. — Benzolpreis jetzt M. 22 pro 100 kg gegen M. 38 für Benzin, M. 22,5 für Motorenspiritus und 33,5 für Motornaphtha.

Die Vorbereitungen der k. k. Staatseisenbahnverwaltung für die Einführung des elektrischen Betriebes auf Hauptlinien. Vortrag von v. Ferstel. (E. u. M., Wien, 22. Dez. 1907, S. 1001.) Augenblicklich liegt das entscheidende Moment für die Einführung des elektrischen Betriebes nicht so sehr in der Größe der Leistungsfähigkeit, als vielmehr in der steigenden Tendenz der Kohlenpreise, die den Betrieb mit Dampflokomotiven unwirtschaftlich machen. Für das Heizhaus Landeck z. B., das den Verkehr auf der Arlbergstrecke besorgt, wird die Kohle im Jahre 1908 pro 1 t den hohen Preis von Kr. 19,75 erreichen. Daher Ausnutzung und richtige Wahl der Wasserkräfte, schleunigste Erwerbung von Konzessionen. Für zwölf derselben mit einer Gesamtleistung von 40000 PS

sind bereits alle Aufnahmen im Gelände fertiggestellt. Die Kosten der im ablaufenden Jahre durchgeführten Arbeiten des Studienbureaus zur Vorbereitung des elektrischen Betriebes haben Kr. 130000 betragen, und für den gleichen Zweck sind für 1908 Kr. 280000 eingesetzt.

Schneesturm und Straßenbahn insbesondere bei Unterleitungsbetrieb in New York. Von S. G. Freund. (E. T. Z., 26. Dez. 1907, S. 1229.)* Das New Yorker Straßenbahnnetz hat 832 km Ausdehnung, davon werden 359 km unterirdisch betrieben. Die unterirdische Zuführung geschieht durch eine Doppelleitung, die Schienen werden nicht zur Stromrückführung benutzt (Ausführung ähnlich wie in Budapest). Herstellungskosten der unterirdischen Stromzuführung über M. 261000 für 1 km. Lebensdauer und Unterhaltungskosten der gradlinigen Schlitzgleise sind nicht sehr verschieden von denen der Oberleitung, bei Kreuzungen und Weichen beträgt die Lebensdauer nur 5 bis 6 Jahre, die Unterhaltungskosten sind hier bedeutend höher. Die Reinigungskosten der Kanäle betragen ungefähr M. 1300 für 1 km und Jahr. Ein Schneefall von 250 bis 300 mm verursacht noch keine Schwierigkeiten oder Betriebsstörungen. Zur Entfernung des Schnees von den Gleisen dienen ausschließlich durch Motoren angetriebene rotierende Bürsten (Durchmesser = 912 mm), die mit 45° Neigung zur Mittellinie des Gleises unter besonderen Triebwagen befestigt sind und den Schnee beiseite fegen. Der Schnee im Schlitzkanal wird durch Kratzer beseitigt, die ebenfalls am Triebwagen befestigt sind. Gegenwärtig sind 50 solche Wagen in Benutzung, die von der Brill Co. in Philadelphia gebaut sind.

Car Elevator for the Hudson River Tunnels. (Street R. Journ., 28. Dez. 1907, S. 1206.)* Aufzug, der zur Beförderung der Wagen der Hudson- und Manhattaneisenbahn aus und nach den Tunnels des Hudsonflusses bestimmt ist. Diese Wagen sind 14,6 m lang und 2,74 m breit. Leergewicht 29 t, belastet 38,6 t. Der Aufzug ist für eine Höchstlast von 45 t gebaut. Größe der Plattform 15,2 × 3,65 m. Fahrschacht aus Eisenbeton. Auf den Seitenwänden sind sechs Stahlsäulen errichtet, welche unmittelbar über der Fahrbahn ein Rahmenwerk aus Stahl tragen, auf dem die Maschine für den Aufzug aufgestellt ist. Beschreibung der Maschine und der Aufzugsplattform. Letztere wird durch 32 Stahlseile von ¾ Zoll Durchmesser getragen, derart, daß die Hälfte der Last an der oberen Eisenkonstruktion, die andere Hälfte an den Trommeln der Maschine hängt. Außerdem sind acht Gegengewichtsseile vorhanden. Es ist Vorkehrung getroffen, daß die Plattform immer ihre horizontale Lage beibehält. Die Steuerung des Aufzuges ist elektrisch. Geschwindigkeit 30 bis 60 m pro Min. Selbsttätige Abstellung in Schienenhöhe Förderhöhe ca. 9,8 m.

Die Plattform erhält 3. Schiene, die nur Strom erhält, wenn sie sich in Gleishöhe befindet. Der Aufzug kann auch dazu dienen, um rasch eines oder beide Untergestelle eines Wagens auszuwechseln.

Hierzu wird die Plattform etwa 1 m über das oberirdische Gleis gehoben, worauf Böcke unter den Wagenkasten gebracht, die Untergestelle gelöst werden und der Wagenkasten durch Senken des Aufzuges auf die Böcke gesetzt wird.

H. Verwaltungstechnik. Verhältnis zu Behörden, Rechtsprechung, Unfälle, allgemeine wirtschaftliche Untersuchungen, Statistik.

Der Entwurf unterirdischer Straßenbahnen in Berlin und die Berliner Verkehrsfrage. Von E. C. Zehme. (E. T. Z., 19. Dez. 1907, S. 1211.) Besprechung des von Regierungsrat a. D. Kemmann ausgearbeiteten Gutachtens über die Tunnelprojekte der Großen Berliner Straßenbahn und des von Professor Cauer in Nr. 90 und 91, 1907, der »Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen« enthaltenen diesbezüglichen Aufsatzes. Vgl. Elektr. Kraftbetr. u. B. 1908, S. 13.

Konzessionen für Elektrizitätswerke. Von E. Schiff. (E. T. Z., 2. Jan. 1908, S. 5.) Es wird auf die wichtigsten Punkte aufmerksam gemacht, die bei Konzessionen leicht übersehen oder ungenügend beachtet werden und die dann später oft den Grund zu Meinungsverschiedenheiten und Rechtsstreitigkeiten bilden.

Lebensdauer und Gebrauchswert hölzerner Leitungsmaste in Österreich. Von Baurat Nowotny. (E. u. M. Wien, 1. Dez. 1907, S. 927.)* Der Gesamtstand an Holzsäulen im österreichischen Verwaltungsgebiete für die der Staatstelegraphenverwaltung gehörenden und von ihr instand gehaltenen Leitungen betrug Ende 1906: 1361533; hiervon entfallen 1132089 auf mit Konservierungsmitteln behandelte, 228544 auf nicht zubereitete Holzsäulen. Von der ersteren Sorte waren 1117577 mit Kupfervitriol behandelt (imprägniert), 14793 kreosotiert und 619 nach anderen Methoden konserviert. Die mittlere Standdauer der imprägnierten Säulen beträgt 11,8 Jahre, ein Wert, der dem für das deutsche Reichspostgebiet ermittelten (11,7 Jahre) sehr nahe kommt. Kreosotierte Holzsäulen werden erst seit drei Jahren in größerer Zahl verwendet, so daß über deren Lebensdauer Beobachtungen noch nicht vorliegen. Zu nicht zubereiteten Holzsäulen werden hauptsächlich Lärchenstämme verwendet, die eine mittlere Lebensdauer von 9,1 Jahren aufweisen. Bei Rohsäulen aus Kiefern, Fichten und Tannen kann man höchstens mit einem Durchschnittsalter von vier Jahren rechnen. Durch Schaulinien wird der jährliche Säulenabfall in Prozent dargestellt. Der Preis eines Kubikmeters imprägnierten Holzes beträgt frei Verwendungsstelle M. 33,80, bei 11,8 Jahren Lebensdauer entfallen M. 2,87 auf ein Jahr. 1 cbm Lärchenholz kostet M. 26, bei einer Gebrauchsdauer von 9,1 Jahren M. 2,86 jedes Jahr. Viel unwirtschaftlicher ist die Verwendung der Nadelhölzer, wovon 1 cbm etwa M. 20 kostet, was einem jährlichen Anteil von M. 5 entspricht.

J. Allgemeines.

Über Ferraris Meßgeräte. Vortrag von Johannes Görner, Oberingenieur der Firma Hartmann & Braun. (Schweiz. E. T. Z., 7. Dez. 1907, S. 612, Fortsetzung folgt.)* Theoretische Erklärung des Prinzips der Drehfeld-Instrumente. Zerlegung des elliptischen Drehfeldes in zwei räumlich und zeitlich verschobene pulsierende Felder, deren jedes als Resultante zweier kreisförmiger, entgegengesetzt rotierender Drehfelder dargestellt wird. — (Fortsetzung und Schluß, 14. Dez. 1907, S. 626.) Instrumente mit zwei getrennten Feldern. Anwendung als Spannungs-, Strom- und Leistungszeiger. Einfluß des Eisens und der Kurvenform.

Herausgegeben von Professor Dr.-Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN
CHARLOTTENBURG, HERLINERSTR. 151

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:
Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A. Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; L. C. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHORLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPANGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **24. Juli 1908.** **Heft 21.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postanstalten oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36 maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Der elektrische Kraftbetrieb auf den Werken der Bergbau-Akt.-Ges. Ilse. Von Dipl.-Ing. W. Bolz. S. 417.

New Yorker Verkehrsverbesserungen. Von Ingenieur Eugen Eichel. S. 422.

Sollen die städtischen Betriebe, wie Straßenbahnen, Wasser-, Gas- und Elektrizitätswerke, die kameralistische oder die kaufmännische Buchführung verwenden? Von Oberingenieur A. Schulte. S. 425.

Kleine Nachrichten. S. 429. Der elektrische Antrieb: Bahnmotoren mit Wendepolen. — Bahnbetrieb und -Unterhaltung, Verkehrswesen: Hilfsgerätewagen im Straßenbahnbetriebe.

Aus den Geschäftsberichten. S. 431. Auszug aus dem Geschäftsbericht der elektrischen Straßenbahn Barmen-Elberfeld für 1907.

Neue Bücher. S. 432. — Zeitschriftenschau. S. 433.

Der elektrische Kraftbetrieb auf den Werken der Bergbau-Akt.-Ges. Ilse.

Von Dipl.-Ing. **W. Bolz.**

Die »Ilse, Bergbau-Akt.-Ges.«, ist heute mit ihren Gruben »Ilse«, »Renate«, »Eva« und »Anna Mathilde«, deren Gesamtförderung im letzten Jahre 37,3 Mill. hl betrug, eines unserer größten deutschen Braunkohlenbergwerke. Seit dem Jahre 1875 wird der Abbau auf dem Stammwerk »Ilse«, welches bis zum Jahre 1888 im Besitze der Firma »Kohlenhof & Co.« war, betrieben. Im letztgenannten Jahre ging das Werk in den Besitz der »Ilse, Bergbau-Akt.-Ges.« über, und bald trat ein rascher Aufschwung des Unternehmens ein. Trotz bedeutender Vergrößerung der Grube Ilse konnte doch dem gesteigerten Verlangen nach Ilse-Briketts nicht mehr Rechnung getragen werden, so daß sich schon binnen wenigen Jahren weitere Neubauten erforderlich machten. Im Jahre 1896 wurde das neu errichtete Werk »Renate« und 1900 »Eva« dem Stammwerke hinzugefügt (Fig. 450). Drei Jahre später wurde das ebenfalls 1900 erbaute Werk »Anna Mathilde« käuflich erworben, und gegenwärtig ist das Werk »Marga«, welches eine der modernsten und nach vollständigem Ausbau mit 200 Waggon täglich auch eine der größten Anlagen ihrer Art wird, in Bau genommen. Ein anschauliches Bild des Aufschwunges geben die nachstehenden Förder- und Fabrikationsziffern:

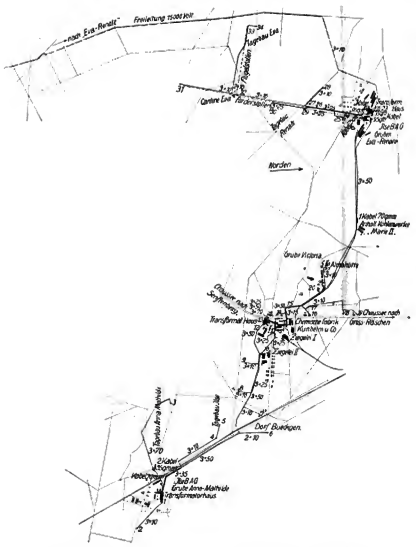
	Mill. hl		Waggon jährlich	
1889:	3,4	=	4 500	(Ilse)
1897:	8,7	=	16 000	(+ Renate)
1901:	20,0	=	41 500	(+ Eva)
1904:	29,0	=	65 300	(+ Anna Mathilde)
1906:	33,6	=	77 500	
1907:	37,3	=	84 800	

Die Beteiligung der einzelnen Werke an dieser Förderung gibt folgende Tabelle an:

Ilse	ca. 60	Waggon	täglich
Renate	» 75	»	»
Eva	» 80	»	»
Anna Mathilde . .	» 85	»	»

Die Gruben haben zumeist nur Tagebaubetrieb. Das Braunkohlenflöz liegt in einer Tiefe von 4 bis 20 m unter der Erdoberfläche und hat eine Mächtigkeit von 8 bis 16 m. Die über dem Kohlenflöz liegende Deckgebirgsschicht wird bis zu einer Tiefe von ca. 10 m einschnittig abgehoben, bei größeren Tiefen zweischnittig vermittelst Bagger abgeräumt. Der Abraum, der zumeist aus Kies besteht, wird durch Dampflokomotiven auf Gleisen von 90 cm Spurweite fortbewegt und in den von der Kohle entblößten Tagebau wieder eingefüllt. Auf Grube »Ilse« birgt dieser Abraum stellenweise wertvollen Ton, welcher in eigenen Ziegeleien vornehmlich zu Verblendsteinen Verarbeitung findet. Der Tagebaubetrieb vollzieht sich in der Weise, daß die von Hand vom Stoß gehauene Kohle direkt in die darunter gestellten Förderwagen schurrt, welche dann bis zu ca. 100 m weit von Hand zur maschinellen Kettenförderung gerollt werden. Die eisernen Förderwagen haben 6,8 hl Inhalt. Nur das Untergestell besteht aus Holz. Die maschinelle Förderung erfolgt teils auf einer horizontalen, teils auf einer schiefen Ebene, vermittelst einer durch Elektromotor angetriebenen Kette, vom Tagebau aus unter Tage durch den Stollen und auf der letzten Strecke über Tage auf der eisernen Förderbahn zur Brikettfabrik.

Im Jahre 1894 hat sich die Gesellschaft zur Einführung des elektrischen Kraftbetriebes entschlossen. Da die Verwendungsstellen der elektrischen Arbeit räumlich,



Erläuterung zu Fig. 448 und 449.

Nr.	Anzahl	Leistung per Stück KVA	Aufstellung	
1	2	75	Anna Mathilde	Transformatorenhaus
	1	30		
2	1	15	·	
3	2	30	·	Tagebau
4	2	30	Ilse	·
5	2	6	·	·
6	1	1	Dorf	Buckgen
7	1	1	Ilse	Oberstg. Wohnhaus
8	1	15	·	Schacht Hugo
9	1	30	·	bei Ziegelei II
10	1	15	·	Ziegelei II
11	1	30	·	I
12	2	45	·	Beamtenhaus
	1	30	·	Transformatorenhaus
13	1	60	·	·
	1	60	·	·
14	1	6	·	Post
15	1	1,5	·	Direktor Herrmann
16	1	3	·	Fleischerei
17	1	3	·	Beamtenhaus
18	1	5	·	Villa Koppert
19	1	8	·	Pumpenhaus
20	1	8	·	Almahütte
21	1	1	·	·
22	3	6	Ilse	Almahütte
23	1	100	Eva	Kraftwerk
	1	300	·	·
	1	100	·	·
24	1	50	Renate	·
25	1	8	·	Gasthaus
26	1	1	·	·
27	1	1,5	·	—
28	1	30	·	—
29	1	5	·	Kettenbahnschacht
30	1	100	·	·
	1	50	·	Tagebau
31	1	8	·	·
32	1	5	Eva	Flügelstollen/Tagebau
33	1	5	·	Tagebau
34	1	50	·	·
35	4	200	·	Transformatorenhaus
36	4	200	Marga	·
37	1	15	·	Umformerhaus
38	1	6	·	Kippe
39	2	45	·	Schacht I
40	2	60	·	II
41	1	15	·	Tagebau
42	1	6	·	Viktoriahof

Fig. 448. Lageplan der Gruben »Ilse«, »Eva-Renate« und »Anna Mathilde«.

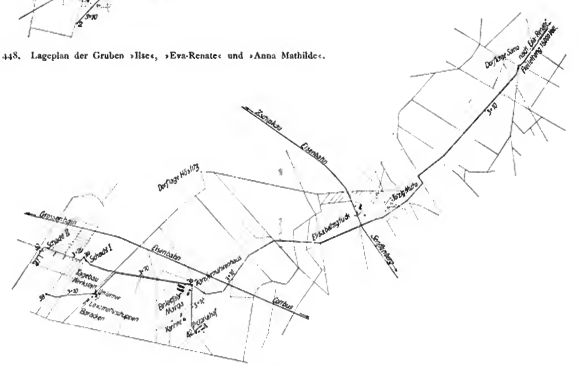


Fig. 449. Lageplan der Grube »Marga« mit der 15000 Volt-Freileitung.

Fig. 450. Gesamtansicht der Gruben »Eva« und »Renate«.

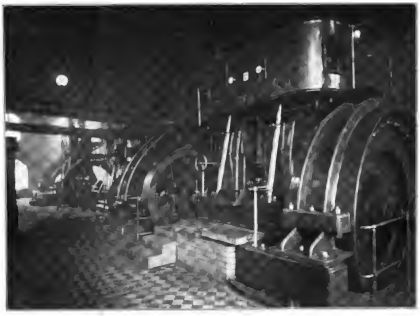


Fig. 451. Inneres des Kraftwerkes auf Grube »Renate«.

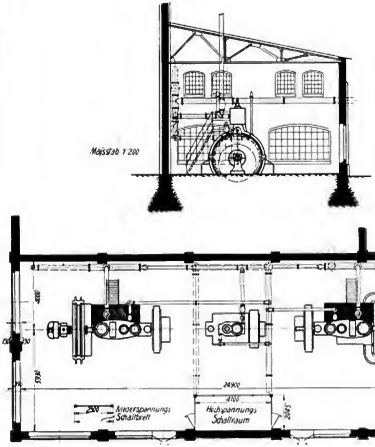


Fig. 452. Grund- und Seitenriß des Kraftwerkes auf Grube »Renate«.

Fig. 453. Inneres des Kraftwerkes auf Grube »Eva«.

sowie örtlich weit voneinander entfernt liegen, entschloß man sich für eine Drehstromanlage mit einer normalen Spannung von 2000 Volt bei 50 Perioden. Zuerst errichtete man auf Grube »Ilse« und dann im Jahre 1896 auf Grube »Renate« je ein Kraftwerk für je eine Leistung von etwa 1000 PS. Besonders ausschlaggebend war dabei der Umstand, daß die Eigenart des Braunkohlenbrikettbetriebes dazu nötigt, stets ein großes Dampfquantum von ca. 2—3 Atm. Spannung zur Kohlentrocknung zur Verfügung zu haben. Wenn also im Kraftwerk Dampf von höherer Spannung erzeugt wird, z. B. 13 Atm., so können die Dampfmaschinen des Kraftwerkes von 13 auf 3 Atm. expandieren, die Restwärme des Dampfes wird für Kohlentrocknung voll ausgenutzt und der Preis für die erzeugte Kilowattstunde wird ein äußerst geringer. (Vgl. Kalorienberechnung

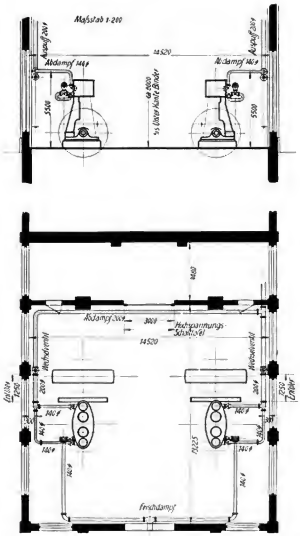


Fig. 454. Grund- und Seitenriß des Kraftwerkes auf Grube »Eva«.

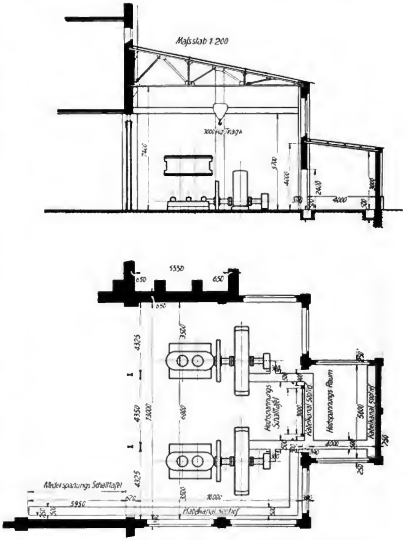


Fig. 455. Grund- und Seitenriß des Kraftwerkes auf Grube »Anna-Mathilde«.

Lauchhammer, E. K. u. B. 1907, S. 91.) Man schuf also am Verbrauchsorte selbst eine für die betreffende Grube genügend große elektrische Kraftanlage und hatte bei einer durch Reparaturen u. dgl. bedingten teilweisen Außerbetriebsetzung derselben es vollständig in der Hand, die anderen Kraftwerke mit zur Arbeitsleistung heranzuziehen. Zugleich konnte die auf jedem Werk aufgestellte Reserve kleiner werden. Außerdem war hiermit die Bedingung der Sicherheit und Momentreserve, den eine Gleichstromanlage mit höherer Spannung durch Aufstellung einer Batterie geboten hätte, auch erfüllt. Aus denselben Gründen erhielten die Gruben »Anna Mathilde« (ca. 3 km von »Ilse«) und »Eva« (neben »Renate«) ihre eigenen Kraftwerke und wurden an das so entstehende ca. 6 km lange Netz angeschlossen (Fig. 448). Die Spannung von 2000 Volt war insofern noch günstig, als sich für diese Spannung Motoren von 20 bis 25 PS Leistung noch ohne zu große Schwierigkeiten wickeln lassen. Es mußte also nur für die kleineren Motoren und die Werksbeleuchtung ein Niederspannungsnetz geschaffen werden. Ursprünglich war dafür ein Vierleiternetz mit 190 Volt ausgeführt. Doch ist dieses später in ein Dreileiternetz mit 110 Volt umgewandelt worden. Jede Grube besitzt also ihr eigenes unabhängiges Niederspannungsnetz. Die nötigen Transformatoren sind auf jedem Werke aufgestellt, und die Niederspannung ist teilweise getrennt für Licht und Kraft, aber mit Vorrichtung zum Parallelschalten ausgeführt. Für das neue fünfte Werk »Marga« der Ilse-Akt.-Ges. wäre bei der Entfernung von ca. 11 km die Spannung von 2000 Volt nicht mehr wirtschaftlich gewesen und wurde aus diesem Grunde eine Kraftübertragung mit 15000 Volt gebaut (Fig. 449). Der für 2000 Volt gespannte Strom wird zunächst in einer besonderen Transformatoranlage auf »Eva« auf 15000 Volt gebracht und in »Marga« in einer gleichen Anlage auf 2000 Volt wieder heruntergesetzt und auf das dortige 2000 Volt-Netz übertragen. Es ist also auch dieses, in seiner Anlage vorzüglich durchgebildete Werk an das alte Netz angeschlossen und kann auf dieses zurückarbeiten. Zugleich ist damit auf »Marga« eine bequeme Kraftquelle für die jetzt im Bau begriffenen Abteuf- und Schachtarbeiten sowie zu ihrer Wasserhaltung geschaffen, ohne daß der Beginn der Erbauung des eigenen Kraftwerkes dadurch beeinflußt wird oder eine provisorische Kraftanlage nötig wurde.

Fig. 456. Inneres des Kraftwerkes auf Grube »Anna Mathilde«.

a) Maschinenanlagen.

In jedes Kraftwerk (Fig. 451 bis 456) sind etwa 1000 eff. PS Maschinenleistung für elektrische Arbeitserzeugung eingebaut; die Dampfmaschinen sind stehende Schnellläufer mit 150 bis 187 Umdr. und direkt mit den Drehstromdynamos gekuppelt. Die Stromerzeuger sind mit innen umlaufendem Polrad ausgeführt und tragen auf der über das Lager hinausgeführten Achse direkt die Erregermaschinen. Außerdem werden noch etwa 1100 eff. PS gesamt in der Kohlenbereitung direkt durch Transmission gebraucht (Anna Mathilde und Renate). Die Maschinen expandieren alle von 13 Atm. auf 2 bis 3 Atm. Gegendruck, da der hochgespannte Abdampf in der Brikettfabrikation verwendet wird. Eine genaue Übersicht ergeben nachfolgende Tabellen:

Tabelle I.

Kraftwerk	Maschinentyp	Abmessung	Leistung	Erregermaschine	Leistung Typ
Ilse 1894	1. Direkt gekuppelt S. & H. Innenpoltyp Magnetrad rot.	40 Pole	2200 Volt 3 × 98 Amp.	Direkt gekuppelt	Innenpol S. & H. 110 Volt
	2. desgl.	—	2200 Volt 3 × 98 Amp.	desgl.	desgl.
Renate 1896	1. desgl.	40 »	2200 Volt 3 × 95 Amp.	desgl.	Nebenschluß 110 Volt
	2. desgl.	—	2200 Volt 3 × 95 Amp.	desgl.	desgl.
Eva 1900	1. desgl.	40 »	2200 Volt 3 × 130 Amp.	desgl.	Nebenschluß 110 Volt 118 Amp.
	2. desgl.	—	2200 Volt 3 × 130 Amp.	desgl.	desgl.
Anna Mathilde 1906	1. Schwungradmaschine, Pole innen rotierend	32 »	2200 Volt	desgl.	Doppelschlußmaschine 110 Volt 109 Amp.
	2. desgl.	32 »	3 × 126 Amp. $\cos\varphi = 0{,}8$ (384 KW)	desgl.	—

Für die Aufstellung der Maschinen hat man sich mit einer kleinen Laufkatze mit Flaschenzug von ca. 3 t über der Mittellinie der Maschinen begnügt; nur auf Marga ist ein Laufkran für 12,5 t eingebaut worden. Die Katze läuft auf dem unteren Flansch schwerer I-Träger, die auf »Renate« von den Dachbindern getragen werden, in den anderen Kraftwerken in der Mauer gelagert sind. Die Konstruktion ist einfach und billig und genügt für die stehenden Maschinen vollkommen. Die Maschinen sind mit Ausnahme der drei liegenden auf »Anna Mathilde« sämtlich von Swidersky-Leipzig geliefert worden.

Tabelle II.

Kraftwerk	Maschinenart	Abmessung	Steuerung	n	Leistung	Regulierung	Dampfverbrauch Exp. 13 auf 3 Atm.
Ilse 1894	1. Stehende Verbundmaschine mit Schwungrad	510 × 760 ϕ / 500 Hub	HD Kolbenschieber / ND Flachschieber	150	400 eff. PS	Flichkraft-Federregulator; Federspannung durch Gleichstrommotor von Tafel verstellbar	20 kg eff. PS.St. überhitzt
	2. Stehende Verbundmaschine mit Schwungrad	—	—	—	—		
Renate 1896	1. Stehende Zwillingsmaschine mit Schwungrad	470 × 470 ϕ / 550 Hub	Lenz Ventil mit Daumen	150	500 » »	Lenzcher Achsenregler	überhitzt 300 [1])
	2. Stehende Zwillingsmaschine mit Schwungrad	470 × 470 ϕ / 550 Hub	Lenz Ventil mit Daumen	150	500 » »	desgl.	—
	3. Stehender Zwilling mit Schwungrad	340 × 340 ϕ / 380 Hub	Lenz Ventil mit Daumen	170	160—205 PS	desgl.	13 kg/ind. PS.St. [2])
Eva 1900	1. Stehender Zwilling mit Schwungrad	460 × 460 ϕ / 530 Hub	HD Kolbenschieber / ND Flachschieber	150	500 eff. PS	Fliehkraftregler mit Motorverstellung	13 kg/ind. PS.St.
	2. Stehender Zwilling mit Schwungrad	—	HD Kolbenschieber / ND Flachschieber	150	500 » »		
Anna Mathilde 1906	1. Stehender Zwilling	500 × 500 ϕ / 400 Hub	Lenz Ventil mit Daumen	187	500 » »	Lenz Achsenregler	13 kg/ind. PS.St.
	2. » »	500 × 500 ϕ / 400 Hub	Lenz Ventil mit Daumen	187	500 » »	Motorverstellung	
	3. Liegend 1 Zyl.	—	4 Kolbenschieber quer	80—90	250 » »	Fliehkraftregler	
	4. » 1 »	—	—	80—90	250 » »	»	
	5. » 1 »	—	Ventil	80—90	250 » »	»	
Marga 1907/08	6 A. E. G.-Turbinen	—	—	3000	1000 KW	—	20,5 kg/KW.St. [3]) / 26 » » [4]) / 32 » » [5])

[1]) 100 PS von Schwungrad an Naß- und Trockendienst. Rest an Dynamo. [2]) Bei 1,5 Atm. Gegendruck. [3]) Bei 2,5 Atm. Gegendruck. [4]) Bei 3,5 Atm. Gegendruck.

Tabelle III.

Kraftwerk	Zahl und Type	Dampfspannung	Rost	Heizfläche qm	Beschickung	Kohlenzufuhr	Pumpen: Type und Zahl	Pumpen: Größe	
Ilse	9 Steinmüller-Röhrenkessel	4 à 10 Atm. überhitzt / 5 à 13 Atm. teilweise überhitzt	6,9 qm / 8,2 » Treppenrost	1 à 303 / 8 à 272 ohne Überhitzer	von Hand	durch Hängebahn	2 Weise & Monski	140 ϕ × 150 Hub	vierfach
							1 Weise & Monski	150 ϕ × 330 »	
							Schäffer & Budenberg	225 ϕ × 300 »	doppelwirk.
							2 Worthington	127 ϕ × 150 »	vierfach
Renate	10 desgl.	13 Atm., Hälfte überhitzt	8 à 9 qm / 1 à 11,7 qm / 1 à 10 qm	je 333	mechanisch	durch Transportband	4 Weise & Monski	130 ϕ × 330 »	vierfach [1])
							1 Worthington	102 ϕ × 150 »	
Eva	11 desgl.	13 Atm., 300° überhitzt	10 à 11 qm / 1 à 9 qm	je 272	mechanisch	»	6 Koch, Bantelmann & Passch	150 ϕ × 250 »	vierfach [1])
							1 Worthington	102 ϕ × 150 »	
Anna-Mathilde	8 Flammrohr-Cornwall / 8 Steinmüller-Röhrenkessel u. Raum für 1	9 Atm. / 13 Atm. überhitzt	ca. 5 qm / 6 à 9 qm / 2 a 11 »	je 95 / je 272 / je 272	» / »	» / »	4 Worthington	102 ϕ × 150 »	vierfach [1])
							3 Weise & Monski	130 ϕ × 330 »	
Marga	16 Steinmüller	13 » »	10 qm	je 267	»	Transportband	6 Weise & Monski	160 ϕ × 330 »	32 nach vollem Ausbau [2])
							2 Worthington	102 ϕ × 150 »	

[1]) Wasserreiniger für 10 cbm/St. [2]) Wasserreiniger für 12 1/3 cbm/St.

Die Kesselhäuser der einzelnen Gruben liegen sowohl in nächster Nähe der Kraftwerke als auch der Brikettfabriken, da sie nach beiden Dampf liefern müssen. Die Zahl der aufgestellten Kessel ergibt sich aus Tabelle III.

(Fortsetzung folgt.)

New Yorker Verkehrsverbesserungen.

Von Ingenieur Eugen Eichel.

Mit der andauernd vor sich gehenden Umwandlung des unteren Manhattanbezirkes der Stadt New York in einen ausschließlich mit Geschäftshäusern bebauten Stadtteil und mit der Zunahme von Geschäftsgebäuden vom Charakter der Wolkenkratzer [1]) wachsen die Transportschwierigkeiten nach den Wohnhausbezirken und Vororten innerhalb so kurzer Zeitintervalle, daß sich bald nach der Fertigstellung eines neuen Verkehrsmittels die Inangriffnahme von Vergrößerungen oder auch radikalerer Maßnahmen als notwendig erweist. Ein besonderes Schmerzens-

[1]) Eine Statistik vom Herbst 1907 ergibt eine Summe von 434 Häusern mit 10 bis 12 Stockwerken und von 104 Häusern mit 12 bis 48 Stockwerken über der Straßenoberfläche. Die 12 Stockwerkgrenze ist durch das New Yorker Baugesetz gegeben, welches für Bauten von über 45 m Höhe strengere Bedingungen enthält. Die Angabe bezüglich Höhe über Straßenoberfläche ist deswegen angebracht, weil häufig 2 bis 3 Stockwerke unterhalb der Straße vorgesehen werden. So hat z. B. das New Yorker Times Zeitungsgebäude in dem dritten unterirdischen Stockwerk den Pressensaal, in dem zweiten den Setzmaschinensaal und in dem ersten die Station der Untergrundbahn.

kind New Yorker Verkehrsvermittlung ist die berühmte Brooklyn Brücke über den East River, die seit Anfang der 80er Jahre dem Verkehr zwischen Manhattan und Brooklyn dient, der vorher auf den Fährbootdienst beschränkt war. Als erster mechanischer Betrieb wurde im September 1883 eine Kabelbahn eröffnet, die im ersten Betriebsjahr schon 8500000 Fahrgäste über die Brücke beförderte. Im Jahre 1887 war diese Zahl schon auf 27940000 Fahrgäste mit einer durchschnittlichen Tagesleistung von 91130 und einer Beförderung von 7870 pro Rush-St. gestiegen, während die offiziellen Angaben für das Jahr 1906 einen mittleren täglichen Transport von 390582 Personen mit einer Höchstbeförderung von 47856 pro Rush-St. verzeichnen. In der Zwischenzeit wurde der Zweiwagenkabelbetrieb zu einem Vierwagenbetrieb mit 90 Sek. Zugfolge gesteigert; der Kabelbetrieb im Jahre 1896 durch elektrischen Betrieb mit dritter Schiene abgelöst, der eine 55 bis 60 Sek. Zugfolge zuließ und mit fünf Wagenzügen durchgeführt wird, wobei die Leistung pro Wagen einschließlich sitzender und an Haltriemen hängender Fahrgäste sich auf 150 treiben läßt.

Im Jahre 1898 wurde neben der Brückenbahn der Verkehr mittels Straßenbahnwagen hinzugefügt, von denen im vergangenen Jahre etwa 326 pro Stunde die Brücke kreuzten. Eines der von Jahr zu Jahr sich steigenden Übel ist naturgemäß der kolossale Andrang des Publikums besonders während der frühen Abendstunden an der Manhattan Kopfstation der Brücke, die gleichzeitig durch Treppen und Gleise als Umsteigestation von der New Yorker Untergrund- und Hochbahnstation dient für die Personen, die sich der Brooklyner Straßen- und Hochbahnen zur Weiterfahrt bedienen wollen. Nach langen Verhandlungen sind jetzt die Schwierigkeiten teils technischer, teils lokalpolitischer Natur überwunden worden, die der Annahme einer den Umbau betreffenden Lösung bisher im Wege standen.

Die Umänderung, für deren Bestreitung seitens der Stadt ein Betrag von Doll. 3250000 (M. 13520000) bewilligt wurde, wird die 8 bisher auf der Straßenfläche betriebenen Straßenbahnschleifen in einen Unterpflasterbahnhof verlegen, von dem aus die Wagen auf einer 90 m langen Rampe zur Brückenbahn ansteigen. Diese Anordnung gestattet die Ausbreitung des Verkehrs über eine größere Fläche und trennt gleichzeitig den zur Straßenbahn drängenden Menschenstrom von dem zur Hochbahn strebenden. Der Hochbahnbahnhof für die bestehenden sieben Linien wird zweigeschossig ausgeführt, wobei jedes Geschoß vier Gleise enthält, die beiderseits getrennte Einsteige- und Aussteigeperrons haben, um einen möglichst ungestörten schnellen Betrieb in nur einer Richtung herbeizuführen. Dies und die Verlängerung der Bahnsteige auf 96 m wird den Betrieb mit Sechswagenzügen ermöglichen, was die bisherige stündliche Wagenzahl von 325 auf 480 heraufzuschrauben gestattet. Es wird auch erwartet, daß man 10 Sek. an der Zugfolgezeit ersparen kann und bei einer Fahrgeschwindigkeit von nicht mehr als 24 km pro St. und einem Abstand von Mitte Zug zu Mitte des folgenden Zuges von 300 m — 210 m freier Abstand — mit 45 Sek. Zugfolge fahrplanmäßig fahren kann. Die Beschränkung auf Züge, bestehend aus vier Motorwagen und zwei Anhängern mit einem Gesamtgewicht bei Vollast von ca. 215000 kg ergibt sich aus der Länge der Bahnsteige der Brooklyn Hochbahn und der Tatsache, daß die Brückeningenieure es bei dem jetzigen Zustande der Brücke nicht für empfehlenswert halten, längere Züge zu betreiben. Nach ihren Berechnungen werden die Tragseile unter dem größten Zugverkehr einschließlich des üblichen Fußgänger- und gewöhnlichen Wagenverkehres mit ca. 3768 kg/qcm oder mit $^1/_2$ bis $^1/_3$ ihrer Tragfähigkeit beansprucht werden. Zur besseren Verteilung des Verkehrs wird mit einem Kostenaufwand von M. 21,8 Mill. eine viergleisige Unterpflasterbahn zwischen der Brooklyn und der kürzlich vollendeten Williamsburg Brücke hergestellt. Letztere mit vier Hochbahn- und vier Straßenbahngleisen, mit zwei Straßen für Fuhrwerksverkehr und zwei Fußwegen. Während also jetzt nur zwei Brücken mit zusammen zwölf Gleisen über den East River führen, dürften in ca. drei Jahren etwa 40 Gleise verfügbar sein. Dies zufolge der im Bau befindlichen Verkehrsmittel.

1. Die Manhattan Brücke mit einer Hauptöffnung von 441 m Spannweite oder 37,5 m weniger als diejenige der alten Brooklynbrücke. Sie wird vier je 527 mm Stahldrahtkabel als Hauptträger der Brückenbahn besitzen und mit zwei je 35,4 m breiten Stockwerken gebaut. Vier Hochbahn- und vier Straßenbahngleise sowie zwei Straßen für Fuhrwerke und eine Straße für Fußgänger werden diese Brücke zu einer leistungsfähigen Verkehrsader gestalten.

2. Die Blackwell Island Brücke ist nach dem Auslegersystem hergestellt und setzt sich aus fünf Bogen mit einer größten Öffnung von 306 m zusammen. Zwei Hochbahngleise, vier Straßenbahngleise, zwei Fuhrwerksstraßen und zwei Fußwege stellen die Verbindung zwischen der 60. Straße auf Manhattan mit dem auf der gegenüberliegenden Flußseite befindlichen Vorort Ravenwood l., l. her.

3. Der Untergrundbahn Tunnel, dessen zwei Gleise den East River unterfahrend die unmittelbare Verbindung zwischen der New Yorker und der Brooklyner Untergrund- und Hochbahn herstellt, ist seit Mitte Januar im Betrieb und gestattet die Beförderung von etwa 25000 Personen pro Stunde. Er beginnt bei der »Battery« genannten, äußersten Spitze der Landzunge »Manhattan« und führt zur Clintonstraße in Brooklyn.

4. Die Pennsylvania Bahntunnels unter dem East River werden den viergleisigen Anschluß der Long Island Bahn an den neuen in der 32. bis 34. Straße Manhattans im Bau befindlichen Riesenbahnhof der Pennsylvania Bahn herstellen. Sie dienen also weniger dem einfachen Stadt- und Vorortverkehr, sondern vielmehr als wichtiges Verbindungsglied bestehender Vollbahnen. Die Baukonzession schließt wie bei allen neuen Bahnen New Yorks die Verwendung von Dampflokomotiven aus.

5. Die beiden eingleisigen Belmont Steinwaytunnels, die denen der Pennsylvania fast parallel laufen, werden zum unterirdischen Straßenbahnanschluß von Jackson Straße in Long Island Stadt mit dem bekannten 42. Straße Grand Central Bahnhof der New York Central Bahn und der nach Boston fahrenden New York, New Haven & Hartford Bahn dienen. Gleichzeitig bietet die New Yorker Kopfstation Gelegenheit zum Umsteigen auf die New Yorker Untergrundbahn. Zur schnellen Abwicklung des Verkehrs zwischen der Tunnelstation, — drei Stockwerke unter der Straßenoberfläche —, mit den Vorortgleisen der Vollbahnen — zwei Stockwerke oder 11 m unter Straßenoberfläche — mit den Fernverkehr Vollbahngleisen und denen der New Yorker Untergrundbahn — etwa 4,5 m unter Straßenoberfläche — sowie mit der Straße selbst sind eine Anzahl bewegliche Treppen bestellt.

6. Während alle oben erwähnten Brücken und Tunnels auf der Ostseite New Yorks gelegen sind, liegen die nun folgenden Tunnels wesentlich unter dem Hudson oder North River. Die der New Yorker Ostseite gegenüberliegenden Vororte dienen in hervorragender Weise als Wohnbezirke für einen großen Teil der in New York tätigen Einwohner; dagegen zeichnen sich die der Westseite gegenüberliegenden

Fig. 457. Gleichstromlokomotive Nr. 10001 der Pennsylvania Bahn.

Fig. 458. Wechselstromlokomotive Nr. 10003 der Pennsylvania Bahn.

Vororte teils durch ihre großen Industrien, teils als Hafenplätze für den Überseeverkehr und als Kopfstationen der wichtigen Anschlußbahnen aus Washington, Philadelphia und aus den Kohle-, Koks- und Stahlproduktionsstätten des Staates Pennsylvania aus.

6. Die beiden eingleisigen Tunnels der Hudson Companies bilden ein Schleifensystem, das vorwiegend als Vorortverbindung der wichtigen Industrieplätze Newark N. J. und Jersey Stadt mit New York dient. Von Newark zum Teil als Niveaubahn ausgehend, führt die Hudson und Manhattan Bahn in den unterhalb des Hauptbahnhofes der Pennsylvania Bahn angelegten unterirdischen Bahnhof, der etwa 45 m breit ist und 25,5 m unter der Straßenoberfläche liegt. Von hier aus gehen spitzwinklig je zwei etwa 1500 m lange Rohrtunnels ab, deren Querschnitt dem Wagenprofil der New Yorker Untergrundbahnwagen entspricht, um einen gegenseitigen Übergang des rollenden Materiales beider Bahnen zu gestatten. Die Tunnels endigen auf der New York Seite etwa zwei Häuserblocks auseinander unter der Cortland bzw. der Fulton Straße und sind durch Schleife miteinander verbunden. Dies ermöglicht einen außerordentlichen leistungsfähigen Ringbahnbetrieb, der während der Rushstunden mit acht Wagenzügen bewältigt werden soll. Als Bahnhof erhebt sich über der Schleife ein 22 Stockwerk hohes Bureaugebäude, das 4000 Bureaus enthält und etwa 20000 Personen Aufenthalt gewähren kann. Anschluß an die jetzt betriebene und die für später projektierten Untergrundbahnen ist vorgesehen. Die reguläre Betriebsaufnahme dürfte Anfang nächsten Jahres erfolgen.

7. Zwei weitere Hudson Companie Tunnels sind die für die New York and New Jersey Bahn gebauten. Sie sind als die Mortonstraße Tunnels bekannt und verlassen die New Jersey Küste bei dem als Anlagestelle der Dampfer der großen deutschen Schifffahrtsgesellschaften bekannten Städtchen Hoboken N. J., unterfahren den Fluß in der Richtung auf die Mortonstraße zu und gabeln sich auf Manhattan derart, daß einerseits ein Anschluß mit dem im Bau begriffenen, in der 32. bis 34. Straße gelegenen Hauptbahnhof der Pennsylvania Bahn geschaffen, andererseits eine Verbindung mit der Station Astor Platz der Untergrundbahn hergestellt wird. Diese Tunnels sind mit dem 25. Februar im Betrieb. Eine vollkommenere Ausnutzung der Tunnels unter Nr. 6 und Nr. 7 ist dadurch angestrebt, daß auf der New Jersey Seite eine Untergrundbahn gebaut wird, welche die Bahnhöfe der Delaware, Lackawanna und Western Bahn, der Erie Bahn und der Zentral Bahn von New Jersey mit den Hudson Tunnels verbindet.

8. Schließlich dient ein Tunnelpaar zur direkten Aufnahme des Fernverkehrs der Pennsylvania Bahn. Es führt von der Bergen Hill N. J. Station zum neuen, 32. bis 34. Straße, Bahnhof, wo ev. eine Weiterführung der Züge über den East River Tunnel nach Long Island erfolgen kann.

Eine eingehende Beschreibung des Kraftwerkes der Pennsylvania Bahn auf Long Island wurde in Heft 3 und 4, Jahrgang 1907, der El. Kraftbetr. u. Bahnen gegeben.

Der Vollbahnbetrieb erfordert selbstverständlich die Verwendung sehr leistungsfähiger elektrischer Lokomotiven und ist daher die Pennsylvania Bahn bekanntlich seit längerer Zeit mit Vorversuchen beschäftigt. Bisher werden drei Maschinen auf einer Probestrecke geprüft; zwei für Gleichstrom (Fig. 457) und eine für Wechselstrom (Fig. 458), doch wurde noch keine Entscheidung getroffen. Für die dem reinen Vorort-Personenverkehr dienenden Tunnels kommen nur schwere Motorwagen in Betracht. Die für Hudson Tunnels verwendeten Wagen sind 14,4 m lang und 2,7 m breit. Sie wiegen leer ca. 29 t und besetzt 32 t, haben 50 Sitzplätze und außer den üblichen Lederriemen, Haltestangen entsprechend denen der Berliner Hoch- und Untergrundbahnwagen. Um die Aufenthalte nach Möglichkeit abzukürzen, ist außer den beiden seitlichen Türen in der Mitte des Wagens eine ganze Schiebetür angeordnet, wie sie sich auf der Boston Hoch- und Untergrundbahn bestens bewährt hat. Die Türbetätigung erfolgt mit Druckluft seitens des Wagenbegleiters, wobei die Türkanten etwas klaffen und mit einer breiten Weich-

Drei Probelokomotiven für die Pennsylvania Bahn.

Nr 10001. 600 Volt Gleichstrom; Motoren mit Zahnradübersetzung.
Nr. 10002. 600 Volt Gleichstrom; Motoren für direkten Antrieb der Triebradachsen.
Nr. 10003. 275/300 Volt. 15 Perioden; Wechselstrommotoren für direkten Antrieb der Triebradachsen.

		Lokomotive Nr.		
		10 001	10 002	10 003
Radanordnung				
Gesamtgewicht	t	79	89	130,5
Gewicht pro Triebrad	kg	9875	11 125	—
Durchmesser des Triebrades	mm	1422	1422	1829
Durchmesser des Pony-Untergestellrades	mm	—	—	914
Radstand; Hauptuntergestell	mm	2590	2590	2280
Radstand; Pony-Untergestell	mm	—	—	1880
Radstand; Gesamt	mm	7950	7950	6274 ⟷ 6274
Länge der Lokomotive	m	13,77	13,77	9,4 ⟷ 9,4
Höhe der Lokomotive	m	4	4	4,06
Breite der Lokomotive	m	3	3	3,05
Größte Zugkraft am Haken: Höchstwert		—	—	18 200
Größte Zugkraft am Haken: für 1 Stunde		—	—	6 700
Größte Zugkraft am Haken: dauernd		—	—	4 200
Erreichte größte Geschwindigkeit	km/St.	—	—	117
Motoranzahl pro Lokomotive		4	4	2 ⟷ 2
Motorantrieb		Zahnrad	unmittelbar	unmittelbar
Motorleistung: Höchstwert	PS	—	2 × 300	800
Motorleistung: für 1 Stunde	PS	350	2 × 320	500
Motorleistung: dauernd	PS	—	—	375
Motorgewicht	kg	—	—	9900
Motorspannung am Kommutator	Volt	600	600	275/300
Motorleistungsfaktor bei Vollast	%	—	—	93

gummikante abgesetzt sind, um ein hartes Stoßen und ev. gefährliches Einklemmen von Gliedmassen oder Kleidungsstücken der Fahrgäste zu vermeiden. Das Ausgleiten auf dem aus Reinlichkeitsrücksichten mit Cement belegten Fußboden soll durch Einlagen aus Karborundumstreifen verhindert werden. Auf den Bahnhöfen vorgesehene gesonderte Einsteige- und Aussteigeplattformen, sowie strikte durchgeführtes Umsteigen und Verlassen der Wagen auf getrennten Wagenseiten sollen die schnellste Verkehrsabwicklung ermöglichen. Für größte Feuersicherheit ist durch ausschließliche Verwendung von Stahl und nicht brennbarem Konstruktionsmaterial gesorgt. Die elektrische Ausrüstung besteht aus zwei G. E. 76 (je 160 PS Stundenleistung) Gleichstrombahnmotoren mit Sprague-General Electric-Vielfachsteuerung; die Stromabnahme mittels seitlich angeordneter Schuhe von einer dritten Schiene. Die Stromlieferung erfolgt durch ein auf der New Jersey Seite errichteles Kraftwerk, das im ersten Ausbau zwei je 6000 KW und zwei je 3000 KW, 11 000 Volt, 25 Perioden Curtis-General Electric-Dampfturbogeneratoren enthält. Der hochgespannte Drehstrom wird in drei Unterwerken mit Einanker-Umformern in 650 Volt Gleichstrom umgewandelt. Art und Leistung der Unterwerke ist wie folgt:

Nr.	Unterwerk: Lage	Einankerumformer: Anzahl	Leistung in KW: pro Einheit	Leistung in KW: Gesamt
1	Greenwich und Christopher Straße New York (N. Y.)	5	1 500	7 500
2	Washington und First Straße, Jersey Stadt (N. J.)	4	1 500	6 000
3	Cortland und Church Straße, New York (N. Y.)	2	1 500	3 000
drei		11	1 500	16 500

Bis zur Fertigstellung des eigenen Kraftwerkes beziehen die Unterwerke den hochgespannten Drehstrom aus dem Netz der New York Edison Ges.

Sollen die städtischen Betriebe, wie Straßenbahnen, Wasser-, Gas- und Elektrizitätswerke, die kameralistische oder die kaufmännische Buchführung verwenden?

Von Oberingenieur **A. Schuhe.** (Schluß.)

Was das Verstehen der kaufmännischen Buchführung anbetrifft, so geht dieses aus dem Nachstehenden hervor, wenn man für sie dieselben Beispiele, die in der kameralistischen Buchführung besprochen worden sind, auch behandelt.

Bei der Fahrscheineinnahme von M. 1000 nimmt die Kasse M. 1000 ein und zwar aus dem Fahrscheinverkauf. Die Kasse ist dann — in der Sprache der kaufmännischen Buchführung — mit M. 1000 zu belasten und das Fahrscheinkonto für M. 1000 zu erkennen.

Wenn für M. 20000 eine Maschine gekauft wird, dann ist die Kasse für M. 20000 zu erkennen und das Maschinenkonto mit M. 20000 zu belasten.

Wenn die Maschine versehentlich auf Station II statt auf Station I gebucht ist, dann ist die Station II um M. 20000 zu entlasten und die Station I um M. 20000 zu belasten.

Bei allen drei Vorfällen zeigt sich also die Einheitlichkeit in der Behandlung. Dieselbe Einheitlichkeit ist aber nicht vorhanden hinsichtlich des Verstehens der Vorgänge in der kaufmännischen Buchführungssprache. Die Umbuchung der Maschine von einer Station zur andern ist sehr leicht zu verstehen, ebenso auch noch die Beschaffung der Maschine durch Bargeld und zwar deshalb, weil diese Vorgänge Konten betreffen, deren Spalten nicht vertauscht worden sind. Dagegen ist die Verbuchung der Fahrscheineinnahme dem Unbefangenen unter allen Umständen schwer verständlich. Man sieht nicht ein, warum die Einnahme aus Fahrscheinen in der Kasse eine andere Bedeutung hat wie auf dem Fahrscheinkonto, daß sie mit anderen Worten der Kasse be-

lastet und dem Fahrscheinkonto gutgeschrieben werden muß. Die Ursache dieses schweren Verständnisses liegt natürlich in der Umstellung der Spalten und damit auch in der Verdrehung des Sinnes in der Sprache der kaufmännischen Buchführung.

Dem Unbefangenen, dem Nichtbuchhalter, liegt im Allgemeinen die kameralistische Sprache und damit auch die Kameralistik näher. Sie erscheint ihm einfacher und weniger geheimnisvoll als die kaufmännische Buchführung.

Nach Vorstehendem ergibt sich aus dem Wesen der beiden Buchführungssysteme, daß die Kameralistik überhaupt nur für Betriebe mit fast ausschließlich Kassenposten in Frage kommen kann, für diese dann aber dem Verständnis entschieden näher liegt. Man kommt daher zu den Schluß, daß Betriebe wie Straßenbahnen, Elektrizitäts-, Gas- und Wasserwerke, an und für sich die kameralistische Buchführung vorziehen müssen. Hierbei ist allerdings noch zu untersuchen, ob nicht in Rücksicht auf die speziellen Verhältnisse das andere Buchführungssystem am Platze ist. Hinsichtlich der städtischen Betriebe, um welche es sich im vorliegenden Falle handelt, ist diesbezüglich folgendes zu sagen.

In der historischen Entwickelung der städtischen Buchführung ist zu berücksichtigen, daß die Städte früher keine industriellen Betriebe hatten und erst in den letzten Jahren zur Kommunalisierung derselben übergingen. Dagegen hatten sie immer schon die Einnahmen aus den Steuern, die Ausgaben für Straßen-Bau- und Unterhaltung etc. Diese letzteren Verwaltungszweige, wie Steuer, Straßen-Bau- und Unterhaltung, welche in der Buchführungswissenschaft als Aufwandswirtschaften bezeichnet worden sind, berechnen nun keinen Gewinn, führen auch kein Anlagekapital und sind daher in ihren buchhalterischen Arbeiten von vornherein einfacher als industrielle Betriebe. In der Gleichung:

Kassenbestand = Einlage + Gewinn — Anlage

fällt die Anlage fort und damit auch die Umstellung der Spalten. Die Einlage und der Gewinn gehen über in den Überschuß, so daß die Gleichung sich vereinfacht auf die folgende Form:

Kassenbestand = Überschuß, oder Einnahme und Ausgabe der Kasse = Einnahme und Ausgabe auf den Titeln.

Bei solchen Verhältnissen war die kaufmännische Buchführung von vornherein ausgeschlossen, da sie die klaren und einfachen Geschäftsvorfälle durch ihre Buchungsweise nur unklar machen könnte. Aus diesen einfachen und übersichtlichen Verhältnissen heraus ist auch die kameralistische Buchführung entsprungen und war daher in ihrem Ursprung durchaus verständlich. Sie ist erst mißverstanden worden, als man sie für verwickeltere Verhältnisse zur Anwendung brachte, insbesondere, als man auch die Konten mit den umgestellten Spalten erhielt. Damals ist zuerst der Gedanke aufgetaucht, die Aufwandswirtschaften in kameralistischer Buchführung, dagegen die industriellen Betriebe in kaufmännischer Buchführung zu verbuchen. Infolge der historischen Entwicklung haben nun die Stadtverwaltungen, bevor sie vor die Frage der Wahl zwischen kaufmännischer und kameralistischer Buchführung für ihre industriellen Betriebe gestellt wurden, alle schon die kameralistische Buchführung für ihre Steuerverwaltungen, Bauämter etc. gehabt. Aus diesem Grunde kann es daher nur zweckmäßig erscheinen, wenn die Stadtverwaltungen in Rücksicht auf eine einheitliche Behandlung aller Zweige ihrer Verwaltungen nur die kameralistische Buchführung anwenden. Es ist schon an sich ein Mißgriff, wenn in einer Verwaltung zwei Systeme der Buchführung zur Verwendung kounmen, deshalb wird auch bei Privatunternehmungen, auch wenn sie fast ausschließlich Barregulierung haben, doch nur die kaufmännische Buchführung zur Anwendung kommen, da die Privatunternehmungen infolge ihrer Verbindungen mit Geschäftsfreunden ohne die kaufmännische Buchführung nicht auskommen können und diese daher sowieso für einzelne Teile ihres Betriebes haben müssen.

Ein weiterer wichtiger Grund für die Städte, die kameralistische Buchführung auch für ihre industriellen Betriebe anzuwenden, ist durch die Mitwirkung der Stadtverordneten bei den Geschäften der Verwaltung gegeben. Die Stadtverordneten müssen das Budget genehmigen und die Befolgung desselben kontrollieren. Nun stammen aber die Stadtverordneten aus allen Berufskreisen und sind daher nicht für eine bestimmte Buchführungsart ausgebildet. Aus diesem Grunde ist gerade die kameralistische Buchführung am Platze, weil sie, wie oben ausgeführt wurde, dem Verständnis von vornherein näher liegt als die kaufmännische Buchführung.

Ferner ist durch die Budgetgenehmigung und Budgetkontrolle seitens der Stadtverordneten gegeben, daß die Einnahmen und Ausgaben je für ein bestimmtes Jahr festgelegt werden. Hierdurch treten die Begriffe wie Guthaben und Schulden zurück gegenüber den Einnahmen und Ausgaben, die bewilligt werden. Diese finden sich auch unmittelbar verzeichnet unter den Einnahmen und Ausgaben der kameralistischen Buchführung, so daß also die Wirklichkeit mit der buchhalterischen Behandlung und Sprache übereinstimmt. Bei der kaufmännischen Buchführung würde dies anders sein, denn bei ihr würden die Einnahmen und Ausgaben, die bewilligt sind, unter »SOLL« und »HABEN« stehen.

Dadurch, daß die Einnahmen und Ausgaben bei den Städten für jedes Jahr abgeschlossen werden, treten in ihren Abschlüssen nicht die Gesamtergebnisse der früheren Jahre und nicht ein Saldo auf den einzelnen Konten, d. i. die Differenz zwischen Einnahme und Ausgabe, sondern eben die Einnahmen und Ausgaben des betreffenden Jahres an sich in den Vordergrund. Die Abschlüsse, bzw. die Budgets der Städte sind daher auch keine sogenannten »Saldenbilanzen«, wie es die kaufmännischen Bilanzen sind, sondern sogenannte »Verkehrsbilanzen.« Wenn M. 100000 eingehen und M. 85000 ausgehen, dann ergibt sich ein Bestand von M. 15000. Die Eingänge und Ausgänge stellen den Verkehr und der Bestand den Saldo dar. Entsprechend ist auch die Bezeichnung Verkehrsbilanz und Saldenbilanz zu verstehen. Verkehrsbilanzen sind aber in der kaufmännischen Buchführung noch schwerer verständlich wie schon ihre Saldenbilanzen sind. Um einen Überblick darüber zu haben, wie weit die kameralistische und inwieweit die kaufmännische Buchführung dem Verständnis des Nichteingeweihten ebenso wie des Eingeweihten naheliegt, wird nachstehend das Budget eines Elektrizitätswerkes sowohl in der kameralistischen als auch in der kaufmännischen Buchführungsart dargestellt. Gleichzeitig wird dann auch noch dasselbe Budget in der natürlichen Buchführung niedergelegt, so daß man auch wieder die kaufmännische und kameralistische Buchführung in ihrer Unklarheit gegenüber der natürlichen Buchführung erkennen kann. Der Abschluß ist den Berichten einer Stadt entnommen, welche auf eine korrekte Durchführung ihrer Buchführung für die industriellen Betriebe Wert legt, er ist aber gleichzeitig in einigen Punkten in Hinsicht auf die Zwecke dieser Abhandlung abgeändert worden.

Budget-Schema 1: Natürliche Buchführung.

Bestände.

	Eingänge		Ausgänge
Betriebsanlagen	425 000	Betriebsanlagen	—
Wertpapiere	130 000	Wertpapiere	—
Guthaben	10 000	Guthaben	—
Kassenüberschuß	20 000	Kassenüberschuß	—
Rückständige Erneuerungen	—	Rückständige Erneuerungen	220 000
Kapital-Eingänge	585 000		—
Kapital-Ausgänge	220 000		220 000
Kapital-Zuwachs	365 000		—

Einlage und Gewinn.

	Eingänge		Ausgänge
Einlage: Einlagen		Einlage: Entnahmen	
Kapitalaufnahme	400 000	Kapitalaufnahme	85 000
Rücklage aus Gewinn	50 000	Rücklage aus Gewinn	—
Kautionen, Strafgelder	1 000	Kautionen, Strafgelder	1 000
Gewinn: Einnahmen		Gewinn: Ausgaben	
Stromabgabe	1 000 000	Stromabgabe	100 000
Nebenbetriebe	31 000	Nebenbetriebe	29 000
Zinsen	—	Zinsen	145 000
Pensionen	—	Pensionen	5 000
Betriebsausgaben	—	Betriebsausgaben	382 000
Rückständige Erneuerungen	—	Rückständige Erneuerungen	220 000
Rücklagen vom Gewinn	—	Rücklagen vom Gewinn	50 000
Überschuß	—	Überschuß; abzuliefern	100 000
Kapital-Eingänge	1 482 000		—
Kapital-Ausgänge	1 117 000		1 117 000
Kapital-Zuwachs	365 000		—

Budget-Schema 2: Kameralistische Buchführung.

Ordentliche Verwaltung.

	Einnahmen		Ausgaben
Stromabgabe	1 000 000	Stromabgabe	100 000
Nebenbetriebe	31 000	Nebenbetriebe	29 000
Zinsen	—	Zinsen	145 000
Pensionen	—	Pensionen	5 000
Betriebsausgaben	—	Betriebsausgaben	382 000
Erneuerungsfonds	—	Erneuerungsfonds	220 000
Reservefonds	—	Reservefonds	50 000
Überschuß	—	Überschuß	100 000
	1 031 000		1 031 000

Außerordentliche Verwaltung.

	Einnahmen		Ausgaben
Kapitalaufnahme	400 000	Kapitalaufnahme	85 000
Reservefonds	50 000	Reservefonds	—
Erneuerungsfonds	220 000	Erneuerungsfonds	—
Kautionen, Strafgelder	1 000	Kautionen, Strafgelder	1 000
Betriebsanlagen	—	Betriebsanlagen	425 000
Wertpapiere	—	Wertpapiere	130 000
Einnahmereste	—	Einnahmereste	10 000
Überschüsse	—	Überschüsse	20 000
	671 000		671 000

Budget-Schema 3: Kaufmännische Buchführung.

Bilanz.

	Soll		Haben
An Betriebsanlagenkonto	425 000	Per Betriebsanlagenkonto	—
» Wertpapierkonto	130 000	» Wertpapierkonto	—
» Kontokorrentkonto	10 000	» Kontokorrentkonto	—
» Kassenkonto	20 000	» Kassenkonto	—
» Kapitalkonto	85 000	» Kapitalkonto	400 000
» Reservefondskonto	—	» Reservefondskonto	50 000
» Erneuerungsfondskonto	—	» Erneuerungsfondskonto	220 000
» Konto f. Kautionen, Strafgelder	1 000	» Konto f. Kautionen, Strafgelder	1 000
	671 000		671 000

Gewinn- und Verlustkonto.

	Soll		Haben
An Stromkonto	100 000	Per Stromkonto	1 000 000
» Nebenbetriebskonto	29 000	» Nebenbetriebskonto	31 000
» Zinsenkonto	145 000	» Zinsenkonto	—
» Pensionskonto	5 000	» Pensionskonto	—
» Betriebsausgabenkonto	382 000	» Betriebsausgabenkonto	—
» Erneuerungsfondskonto	220 000	» Erneuerungsfondskonto	—
» Reservefondskonto	50 000	» Reservefondskonto	—
» Überschußkonto	100 000	» Überschußkonto	—
	1 031 000		1 031 000

Bei der Betrachtung der drei Formen der Bilanz, der natürlichen, der streng kameralistischen und der streng kaufmännischen, geht man zweckmäßiger Weise von der natürlichen aus, weil man diese, auch wenn man nicht Buchhalter ist, im wesentlichen wohl ohne Weiteres verstehen wird. Man studiert sodann die kameralistische und endlich die kaufmännische. Man wird hierbei zweifellos finden, daß die kameralistische Form schwerer zu verstehen ist als die natürliche, aber leichter als die kaufmännische.

Bei der kaufmännischen Buchführung insbesondere ist die sich üblicherweise herausgebildete Staffage dem Verständnis sehr entgegen. Das »SOLL« und »HABEN«, das »an« und »per« und das stete Hinzufügen der Bezeichnung »Konto« usw. wirkt zweifellos verwirrend, so verwirrend möchte man sagen, daß der Inhalt gegen die Form zurücktritt. Wenn ein Maler einen Bauernhof malt, dann darf er als Staffage vielleicht einen pflügenden Landmann in den Vordergrund stellen, er darf diesen Landmann aber nicht so hervorheben, daß der Bauernhof gegen ihn zurücktritt. Aber auch in der kameralistischen Buchführung ist die Form die Ursache gewesen, daß man den Inhalt nicht verstanden hat. Wie oben hervorgehoben worden ist, wird allgemein die Gegenüberstellung von »Anordnung« und »Vollziehung« als das Charakteristikum der kameralistischen Buchführung bezeichnet. In der vorliegenden Abhandlung aber ist diese »Anordnung« und »Vollziehung« von vornherein ausgeschieden worden und es hat sich trotzdem die kaufmännische und die kameralistische Buchführung sowohl ihrem Inhalte als auch ihrer Form nach klar herausgeschält. Es hat sich u. A. deutlich ergeben, bei welchen Konten eine Umstellung der Zugangs- und Abgangsspalten stattgefunden hat, sowohl in der kameralistischen wie in der kaufmännischen Buchführung. Daß z. B. die Ausgabe für eine Maschine in der kameralistischen Buchführung rechts und in der kaufmännischen Buch-

führung links steht, daß ist eine Erscheinung, die vorstehend mathematisch entwickelt worden ist, die sich aber mit »Anordnung« und »Vollziehung« niemals begründen läßt.

Die Einnahmen und Ausgaben in der Kasse, die sind, wie sich aus der Betrachtung der Gleichungen, welche für die kaufmännische und für die kameralistische Buchführung entwickelt worden sind, die einzigen Faktoren, die in beiden Buchführungsarten gleichgestellt sind, die Kasseneinahmen stehen sowohl in der kaufmännischen wie in der kameralistischen Buchführung stets links und ihre Ausgaben stets rechts. Bezüglich aller andern Posten muß man aber erst aus den Gleichungen ersehen, wie sie in der kaufmännischen und wie sie in der kameralistischen Buchführung stehen. Diesbezüglich sei nur auf einen besonderen Punkt und zwar auf den Abschluß in der kameralistischen und in der kaufmännischen Buchführung aufmerksam gemacht. Die kameralistische Buchführung hat die Gleichung:

$$\text{Kasse} = \text{Einlage} + \text{Gewinn} - \text{Anlage}.$$

Sie besteht also tatsächlich aus zwei Rechnungen. Nur beim Jahresabschluß geht man zu einer Rechnung über und zwar dadurch, daß man den Kassenbestand nun auch auf die andere Seite setzt. Man überweist nämlich am Schlusse des Jahres den Kassenbestand an das nächste Jahr, giebt also den Kassenbestand, der vorhanden ist, aus, so daß er gleich Null wird.

Es entsteht dann die Gleichung:

$$\text{Kassenbestand} - \text{Kassenbestand} = \text{Einlage} + \text{Gewinn}$$

$$- \text{Anlage} - \text{Kassenbestand} = 0, \quad \text{oder}$$

$$- [\text{Anlage} + \text{Kassenbestand} - (\text{Einlage} + \text{Gewinn})] = 0$$

oder

$$- [\text{Bestand} - (\text{Einlage} + \text{Gewinn})] = 0.$$

Vergleicht man diese Gleichung mit der Gleichung der kaufmännischen Buchführung, welche lautet:

$$\text{Bestand} - (\text{Einlage} + \text{Gewinn}) = 0,$$

dann findet man, daß der kameralistische Abschluß mit dem kaufmännischen vollständig übereinstimmt, nur mit entgegengesetzten Vorzeichen. Dieses bedeutet, daß in einem kameralistischen Abschlusse alle Konten gerade auf der entgegengesetzten Seite wie in einem kaufmännischen Abschlusse stehen. Diese Tatsache, die man beim Studium der Bilanzen stets bestätigt findet, ist durch den Grundsatz von »Anordnung« und »Vollziehung« auch noch niemals bewiesen worden.

Vergleicht man nun noch die Gleichung der kameralistischen und der kaufmännischen Buchführung mit der für die natürliche Buchführung (Gl. 1) Bestand = Einlage + Gewinn, dann findet man, daß der Inhalt aller drei Buchführungen gleich ist, daß aber beim Abschluß in der kameralistischen Buchführung die Bestandrechnung und in der kaufmännischen Buchführung die Einlagen- und Gewinnrechnung vertauschte Spalten haben, eine Tatsache, auf die man beim Studieren von Bilanzen jederzeit Rücksicht nehmen kann und die auch eine Veranlassung geben sollte, die Form der kameralistischen und kaufmännischen Abschlüsse dem natürlichen Abschluß anzumähern, indem man die für die bestimmte Buchführungsart charakteristische Umstellung der Spalten beibehält, aber die beiden Rechnungen aus denen die Buchführung besteht, auseinanderzieht. Man erhält dann einfach den im Schema 1 dargestellten Abschluß, nur mit dem Unterschiede, daß in der kameralistischen Buchführung die Bestandrechnung und in der kaufmännischen die Einlagen- und Gewinnrechnung andere Spaltenstellung aufweist. In dieser Hinsicht sind beide Buchführungssysteme als gleichwertig zu bezeichnen.

Die kameralistische Buchführung ist in ihrer tagtäglichen Handhabung noch aus folgenden Gründen bequemer als die kaufmännische. Bei der kaufmännischen Buchführung gehören die zwei Posten im SOLL und im HABEN, die sogenannten korrespondierenden Posten, eng zusammen. Dasselbe gilt eigentlich auch für die kameralistische Buchführung, jedoch ist bei dieser der eine von den beiden Posten stets ein Kassenposten. Aus diesem Grunde ist bei der Verbuchung in der kameralistischen Buchführung nicht immer besonders anzugeben, welche Posten zusammengehören. Man braucht nur den Titel, auf den ein Vorfall verbucht werden soll, zu kennzeichnen, dann weiß man schon, daß der Gegenposten in der Kasse zu suchen ist. Auf dieser Tatsache beruht auch die Möglichkeit weitgehendster Teilung der Verbuchungsarbeiten bei der Kameralistik: z. B. kann eine ganze Reihe besonderer Buchhaltungsbureaux einer einzigen Kasse gegenübergestellt werden. Bei städtischen Verwaltungen mit ihren vielgliedrigen Unterabteilungen muß aber in der Möglichkeit der uneingeschränkten Arbeitsteilung ein sehr großer Vorzug der kameralistischen Buchführung erblickt werden.

In der kameralistischen Buchführung erscheinen die zusammengehörenden Buchungsposten bei der praktischen Handhabung so unabhängig von einander, daß sich der Eindruck ergibt, als ob die Kassenposten von den andern Posten überhaupt unabhängig wären, ja, als ob es sich bei der kameralistischen Buchführung überhaupt nicht um eine doppelte Buchführung handle, sondern um eine einfache, als ob bei der kameralistischen Buchführung der Inhalt ein anderer sei, als bei der kaufmännischen Buchführung. In der preisgekrönten Schrift des Stadtkämmerers Constantini finden wir auch, wie oben angegeben wurde, die kameralistische Buchführung nur insofern als eine doppelte bezeichnet, als einer Anordnung stets eine Vollziehung gegenüberstehen soll. Constantini hat hierbei übersehen, daß die Anordnung den einen Posten und die Vollziehung den andern Posten darstellt, von denen bei der kaufmännischen Buchführung der eine im SOLL und der andere im HABEN steht.

Auch der Buchhaltungsschriftsteller Hügli, welcher für sein bekanntes Werk »Die Buchhaltungssysteme und und Buchhaltungsformen« allein 75 Buchhaltungswerke aus der Literatur Deutschlands, Österreichs, Italiens, Frankreichs, Englands und der Schweiz studiert hat, hat nicht gefunden, obwohl er von Haus aus kameralistischer Buchhalter war, daß die kaufmännische Buchführung dem Inhalte nach mit der kameralistischen übereinstimmt. Er hat deshalb nach einer neuen Buchführung gesucht, welche die Eigenschaften der kaufmännischen und der kameralistischen Buchführung vereinigt und hat diese Buchführung, nachdem er sie gefunden zu haben glaubte, als die »konstante Buchführung« bezeichnet. Daß aber eine solche Buchführung in Wirklichkeit ein Unding ist, geht aus der vorliegenden Abhandlung wohl unzweifelhaft hervor.

Mit einer Unklarheit über das Wesen der Buchführung ist naturgemäß auch eine Unklarheit über die Verbuchung der wirtschaftlichen Vorgänge verbunden. So sagt z. B. Constantini auf Seite 190 seines Werkes in einer Anmerkung:

»Es fehlt übrigens nicht an Versuchen, dieselben Resultate, welche man mit der kaufmännischen Buchführungsform erzielt, mit der kameralistischen zu erlangen. So hat man in München bei allen städtischen Betrieben die letztere Buchführung angewendet. Sie

soll sich anstandslos vollziehen und für jedes Werk den Reingewinn oder Verlust wie beim kaufmännischen Verfahren ergeben. Dies wird ermöglicht, indem die Materialbestände am Jahresschluß an den Ausgaben abgesetzt und als erster Posten auf das neue Jahr übertragen werden. Hierdurch wird ohne besondere Gewinn- und Verlustrechnung ein richtiger Abschluß über die zu dem Jahr gehörigen Einnahmen und Ausgaben und über den erzielten Ertrag gewonnen.

Es ist dem Verfasser der preisgekrönten Schrift wohl unbekannt, daß in dem Buchungsformular für die Eisenbahnen Deutschlands, welch letztere doch wohl in der Hauptsache alle die kameralistische Buchführung anwenden, diese Behandlung der Materialbestände schon seit vielen Jahren vorgeschrieben ist. Er muß auch annehmen, daß alle die städtischen Verwaltungen, welche für ihre industriellen Betriebe die kameralistische Buchführung anwenden, ihre Gewinne nicht richtig berechnen. Diese Annahme würde, wenn sie zuträfe, doch ein zu schlechtes Bild auf die Buchführung der Städte werfen.

Die kaufmännische und die kameralistische Buchführung sind beide verwendbar. Sie geben beide richtige Ergebnisse, denn sie sind inhaltlich durchaus gleich auszugestalten. Die kameralistische Buchführung ist aber ihrem Wesen nach beschränkt auf Betriebe mit Barregulierung, bei diesen aber ist sie vorzuziehen, wenn die Verhältnisse nicht Gegenteiliges bedingen. In städtischen Betrieben insbesondere ist die kameralistische Buchführung in Rücksicht auf die Verwendung nur einer Buchführungsart, ferner in Hinsicht auf das Budget und auf die Mitwirkung der Stadtverordneten und endlich auch in Rücksicht auf ihre leichte Verständlichkeit vorzuziehen. Aus allen diesen Gründen sollten die Städte, soweit sie noch die kaufmännische Buchführung für ihre industriellen Betriebe haben, diese abschaffen und zur kameralistischen Buchführung übergehen. Wenn bisher die kameralistische Buchführung für eine exakte buchhälterische Bearbeitung der industriellen Betriebe noch versagt hat, dann liegt das daran, daß ihr Wesen nicht verstanden wurde und daß sie deshalb auch nicht richtig gehandhabt worden ist. Wenn die kameralistische Buchführung aber auf richtiger Basis ausgebaut wird, was allerdings ja in vielen Städten noch erst geschehen muß, dann wird keine Stadtverwaltung für ihre industriellen Betriebe auch weiterhin noch die kaufmännische Buchführung verwenden. An dieser Arbeit des richtigen Ausbaues der kameralistischen Buchführung für industrielle städtische Betriebe sollten die Ingenieure, welche zur Leitung solcher Betriebe berufen sind, mitwirken; sie werden gewiß auch auf dem Gebiete der Buchführung Erspießliches leisten.

Kleine Nachrichten.

Der elektrische Antrieb.

Bahnmotoren mit Wendepolen. Im Fragekasten des Heftes 3 dieses Jahrgangs findet sich eine Gegenüberstellung der Vorteile und Nachteile von Wendepolmotoren im Bahnbetrieb. Die dort gestellten Fragen werden dahin beantwortet, daß bei normalen Bahnanlagen mit 500—600 Volt und normaler Leistung von 30—35 PS die Vorteile der Wendepole nicht zum Ausdruck kommen.

Im folgenden soll nun über einen besonderen Fall berichtet werden, in dem Wendepolmotoren schon bei 600 Volt mit Vorteil zur Anwendung kamen.

Die Wiesbadener Straßenbahn beabsichtigt die Linie Mainz-Wiesbaden mit erhöhter Geschwindigkeit zu betreiben. Diese Strecke ist hierzu besonders geeignet, indem ein großer Teil derselben, ca. 6 km, auf eigenem Bahnkörper liegt und auf dieser ganzen Länge nur einen Wegübergang hat. Außerdem ist die Gegend unbewohnt. Es ergibt sich also ganz von selbst, daß man danach streben wird, diese Strecke in möglichst kurzer Zeit zu durchfahren, und man hat eine Geschwindigkeit von 50 km/St. in Aussicht genommen. Daneben liegt aber die Notwendigkeit vor, in den städtischen Straßen nicht schneller als im allgemeinen üblich zu fahren.

Hierbei zeigt sich so recht der bekannte Nachteil des elektrischen Bahnbetriebes, nämlich die unvollkommene Geschwindigkeitsregelung. Bei gewöhnlichen Straßenbahnen gibt man sich in Ermangelung eines besseren damit zufrieden, daß ein Motorwagen nur mit zwei Geschwindigkeiten fahren kann und versucht die Fahrkunst des Personals auf eine möglichst hohe Stufe der Vollkommenheit zu bringen. Soll aber ein Fahrzeug teilweise als gewöhnlicher Straßenbahnwagen laufen, während auf einzelnen Strecken die Geschwindigkeit über das gewöhnliche Maß gesteigert werden soll, so reicht die übliche Schaltung nicht mehr aus und man muß zu besonderen Hilfsmitteln greifen, wenn man den Wagenführer nicht in Versuchung bringen will, stellenweise mit Vorschaltwiderstand zu fahren.

Die Gesellschaft entschloß sich daher zunächst zur Probe zwei vierachsige Motorwagen mit verschiedenen elektrischen Ausrüstungen zu beschaffen. Diese Ausrüstungen wurden zwei verschiedenen Firmen übertragen und die folgenden Bedingungen gestellt.

Der Wagen, dessen geschätztes Gewicht ohne die elektrische Ausrüstung 12,5 t beträgt, erhält zwei Motoren, mit denen eine Geschwindigkeit von 50 km erreicht werden kann. Es wird aber Wert darauf gelegt, daß der Wagen auf öffentlicher Straße auch mit niedriger Geschwindigkeit und wirtschaftlicher Schaltung fahren kann. Die Betriebsspannung ist in beiden Fällen 600 Volt.

Der Vollständigkeit halber sei hier noch angeführt, daß das Gleis 1000 mm Spurweite hat. Der Oberbau auf eigenem Bahnkörper besteht aus Hartmann-Schienen mit Wechselsteg-Verblattstoß auf eisernen Querschwellen (Profil 688), die Schiene ist 125 mm hoch und wiegt 28,5 kg/m, das Gleis wiegt 102,5 kg/m.

Das Gewicht der fertigen Wagen beträgt ca. 17 t. Lauf- und Triebräder haben je 800 mm Durchmesser aber verschiedene Belastung; denn die Motoren sind nicht zwischen den Achsen der Drehgestelle aufgehängt, sondern außerhalb, so daß die Triebräder annähernd 1 t mehr Raddruck haben als die Laufräder. Die Wagen haben Quersitze für 31 Personen und 17 Stehplätze. Die Plattformen sind mit Rücksicht auf die höhere Geschwindigkeit vollständig geschlossen. Im übrigen weisen die Fahrzeuge keine Besonderheiten auf; nur verdient noch erwähnt zu werden, daß sie außer Hand- und Kurzschlußbremse auch mit Druckluftbremse ausgerüstet sind und mit langen drehbaren Bügeln. Die normalen, sich selbst umlegenden Bügel haben sich bekanntlich beim Schnellbetrieb nicht besonders bewährt; dagegen laufen die langen Bügel ohne Funken, weil der Ausschlagswinkel verhältnismäßig viel kleiner wird als bei steilen Bügeln. Die Oberleitung zeigt die gewöhnliche Bauart mit den auch sonst üblichen Spannweiten.

Es wurden nun mit beiden Wagen Versuchsfahrten angestellt, bei denen es in erster Linie darauf ankam, den Unterschied zwischen der kleinsten und der größten Geschwindigkeit festzustellen. Die Probefahrten fanden unmittelbar nacheinander statt, bei annähernd windstillem Wetter und trockenen Schienen. Die äußeren Verhältnisse waren daher für beide Wagen gleich.

Wagen Nr. 1 hat vier Fahrstellungen und gewöhnliche Motoren mit vier Hauptpolen. Wagen Nr. 2 hat sechs Fahrstellungen und Motoren mit vier Haupt- und vier Wendepolen. Die Geschwindigkeitsänderungen in Reihen- und Parallelschaltung werden in beiden Fällen durch Feldschwächung erreicht. Die Abmessungen und Gewichte der Motoren sind nicht wesentlich verschieden. Die Versuche ergaben folgende Geschwindigkeiten:

Wagen Nr. 1	Wagen Nr. 2
—	22 km/St.
—	26,5
29	32
36	36,5
43	43
50	50

Die Feldschwächung bei Wagen Nr. 1 war bereits bis aufs äußerste gesteigert. Die Versuche zeigten also, daß bei Wendepolmotoren die Geschwindigkeit in viel weiteren Grenzen geändert werden kann als bei gewöhnlichen Motoren. Bei den Wendepolmotoren liegt die letzte Geschwindigkeit für Reihenschaltung bereits so nahe bei derjenigen für reine Parallelschaltung, daß ohne Zwischenstufe direkt von einer Schaltung auf die andere übergegangen werden kann. Für die Parallelschaltung der Motoren sind also keine Vorschalt- sondern nur noch Übergangswiderstände erforderlich. Die Schaltung ist derartig, daß beim Übergang von Reihe auf Parallel kein Motorstromkreis unterbrochen wird, so daß der Übergang ohne Abreißfunken im Fahrschalter vor sich geht.

Es liegt auf der Hand, daß ein Wagen, dessen kleinste Geschwindigkeit gegen 30 km beträgt, für den Betrieb auf öffentlichen Straßen im Innern einer Stadt kaum noch zu gebrauchen ist, jedenfalls wird der Wagen mit der kleineren Geschwindigkeit weniger Strom verbrauchen und weniger Ansprüche an die Geschicklichkeit des Wagenführers stellen. Genaue Messungen des Stromverbrauches und der Erwärmung der Motoren konnten leider noch nicht angestellt werden, es dürfte sich aber Gelegenheit bieten, hierauf zurückzukommen.

Bekanntlich zeigt sich bei parallel geschalteten Motoren und starker Feldschwächung die Erscheinung, daß Rundfeuer an den Kollektoren oder gar Kurzschluß eintritt, wenn der Strom für einen Moment unterbrochen wird, weil infolge der starken Selbstinduktion des Feldes in dem Augenblick, in dem der Strom wieder einsetzt, die Feldschwächung und damit die Ankerstromstärke einen wesentlich größeren Betrag annimmt, als sie vor der Unterbrechung hatte.

Der Verfasser hatte Gelegenheit, diese Erscheinung auch schon bei vierpoligen Motoren mit zwei Wendepolen zu beobachten. Bei den neuen Motoren mit vier Wendepolen war es jedoch möglich, bei voller Fahrt den Bügel abzuziehen, ohne daß Funken am Kollektor auftraten. Das Analoge gilt für die Kurzschlußbremse. Auf den ersten Bremsstufen ist nämlich das Feld gleichfalls geshuntet; dadurch wird erreicht, daß die Kurzschlußbremse bei 50 km Geschwindigkeit noch verhältnismäßig sanft betätigt werden kann und ohne die Kollektoren zu verschmoren.

Aus dem angeführten Beispiel dürfte hervorgehen, daß selbst im Straßenbahnbetrieb Wendepolmotoren von Vorteil sind, wenn die Bedingung gestellt wird, daß die Geschwindigkeit innerhalb weiter Grenzen geändert werden soll. Die Bestrebungen verschiedener Straßenbahnbetriebe gehen in dieser Richtung, und es erscheint deshalb nicht ausgeschlossen, daß sich auch bei Spannungen von 500 bis 600 Volt der Wendepolmotor einen Platz neben dem reinen Hauptstrommotor erobern wird. H. Schenkel.

Bahnbetrieb und -Unterhaltung. Verkehrswesen.

Hilfsgerätewagen im Straßenbahnbetriebe.

Zur Beseitigung von Hindernissen auf der Fahrbahn, sowie um bei Unglücksfällen schnell Hilfe leisten zu können, wurden im Betriebe der Straßenbahn Hannover eine Anzahl von Hilfsgerätewagen, die auf telephonische Alarmierung hin sofort ausrücken, in Dienst gestellt. Das Aufsichts- und Fahrpersonal ist angewiesen, bei Unglücksfällen

Fig. 459. Ansicht des Gerätewagens.

Fig. 460. Gerätewagen gekuppelt mit Motorwagen.

oder Verkehrsstörungen jeglicher Art sofort den Hilfszug herbeizurufen. Dieses geschieht entweder per Reichstelephon, oder mittels des Privattelephons der Straßenbahn Hannover, welches in allen Stadtteilen Sprechstellen hat. Auf den telephonischen Anruf hin wird von der Haupttelephonzentrale der Straßenbahn eine laut tönende elektrische Signalglocke, die in der Reparaturwerkstatt angebracht ist, in Tätigkeit gesetzt. Beim Ertönen dieser Glocke eilen die in der Halle beschäftigten Handwerker sofort an den Gerätewagen, hängen ihn hinter einen Motorwagen und fahren damit zu der bezeichneten Unfallstelle. Das Personal ist derart eingeübt, daß von dem Zeitpunkt der Alarmierung bis zur Abfahrt des Wagens weniger als 60 Sekunden verstreichen.

Der Gerätewagen ist eine zweirädrige Karre mit hohen Rädern, die einen Spurkranz von nur 5 mm Höhe haben. Der niedrige Spurkranz gibt dem Fahrzeug bei der Fahrt auf den Schienen genügend Führung, gestattet aber gleichzeitig leicht die Ausgleisung des Karrens und das Fahren auf dem Straßenpflaster, das notwendig wird, wenn der Zugang zur Unfallstelle durch Fuhrwerke ge-

sperrt oder die Oberleitung stromlos ist. Fig. 459 zeigt den Gerätewagen mit heruntergeklapptem Hinterschütt, Fig. 460 denselben in Verbindung mit dem Motorwagen zur Abfahrt bereit.

Um bei Unglücksfällen die erste Hilfe bieten zu können, ist ein Teil des Aufsichtspersonals durch einen Mediziner über erste Hilfeleistung bei Unglücksfällen belehrt worden, und werden diese Belehrungen in bestimmten Zeitabständen wiederholt. Diese Maßnahme hat sich gut bewährt, allein schon um bei Unfällen in den eigenen Betriebswerkstätten sofort hilfreich wirken zu können.

Der Inhalt des Gerätewagens ist auf Grund der gemachten Erfahrungen zusammengestellt worden und enthält der Wagen nachstehende Teile:

2 Windeböcke nebst Schiene,
1 starke lange Kette, diverse schwachen, kurze Ketten,
4 Handwinden,
2 Hebebäume,
2 Brechstangen,
4 Sturmlampen,
1 Spaten,
1 Kreuzhacke, Eisenplatten, Holzklötze, diverse Holzkeile,
1 elektrische Korblampe mit vier Lampen an einer Bambusstange zur direkten Stromentnahme aus der Oberleitung,
1 Werkzeugkasten, enthaltend: Vorschlaghammer, Bankhammer, Niethammer, Schraubenzieher, Engländer, Flachmeißel, Kreuzmeißel, Dorne und Durchschläge, Feilkloben, Flachzange, Rundzange, Beißzange, Streichhölzer,
1 Verbandkasten, enthaltend: diverse Mull- und Gazebinden, Verbandmull, Jodoformgaze, Verbandwatte, Lysol verdünnt, ein Becken, einen Gummischlauch zum Abbinden, eine Verbandsschere und Pinzette.

Um das Gewicht des Gerätewagens möglichst niedrig zu halten, werden nur zwei Windeböcke mitgeführt. Es hat sich außerdem gezeigt, daß es genügt, wenn bei Unglücksfällen nur die eine Seite des Wagens angewunden wird. Die schweren Hebebäume haben sich vorzüglich bei der Beseitigung der auf den Straßenbahngleisen zusammengebrochenen Fuhrwerke sowie zum Anwuchten derselben, um abgelaufene Räder wieder aufzustecken, bewährt. Auch werden diese als Druckbäume zwischen Fuhrwerk und Straßenbahnwagen verwandt, wenn das Fuhrwerk von der Gleisbahn geschoben werden soll. Gleichfalls leistet die starke Kette gute Dienste, um Fuhrwerke, die mit einem gebrochenen Vorder- oder Hinterrade sperrend auf den Gleisen liegen, zur Seite zu zerren. Die Kette wird mit einem Ende an geeigneter Stelle an dem schadhaften Wagen, mit dem anderen Ende an dem Motorwagen befestigt. Beim Anziehen des Motorwagens wird alsdann die Deichsel des schadhaften Fahrzeuges entsprechend eingeschlagen, so daß dasselbe von der Gleisbahn ablaufen muß.

In der Beseitigung der Hindernisse hat das Personal sich bereits eine gewisse Fertigkeit zugeeignet, so daß es nach Eintreffen des Hilfszuges meist nur wenige Augenblicke währt, bis die Fahrbahn wieder frei ist.

Im nachstehenden ist eine statistische Aufstellung wiedergegeben, die nachweist, wie häufig der Hilfszug des Hauptdepots innerhalb eines Zeitraumes von zwei Jahren in Tätigkeit getreten ist.

Statistik über die Tätigkeit der Hilfskolonne in der Zeit vom 1. Januar 1906 bis 31. Dezember 1907.

1. Gleissperrung durch fremde Fuhrwerke:

in 86 Fällen Rad abgelaufen oder Radbruch,
» 21 » Achsbruch,
» 3 » Reifensprung und Radbruch,
» 3 » Fuhrwerk total zusammengebrochen,
» 3 » Fuhrwerk im aufgerissenen Plaster festgefahren,
» 2 » Strohwagen umgefallen,
» 1 » Gerüstholzwagen umgeschlagen,
» 1 » Automobilachsbruch.

2. Hilfeleistung bei eigenen Fahrzeugen:

in 12 Fällen Achsbrüche bei Motorwagen,
» 11 » Entgleisungen von Straßenbahnwagen auf provisorischen Gleisen und Weichen,
» 3 » Schadhaftigkeit am Motorwagen.

3. Hilfeleistung bei Unglücksfällen von Personen:

in 3 Fällen.

Obering. Schörling.

Aus den Geschäftsberichten.

Auszug aus dem Geschäftsbericht der elektrischen Straßenbahn Barmen—Elberfeld für 1907. Die Betriebseinnahmen waren entsprechend der größeren Fahrleistung höher als 1906, sie blieben aber infolge der ungewöhnlichen Witterung hinter den Erwartungen zurück.

Die Betriebskosten waren nicht nur höher im Verhältnis zu den Mehrleistungen, sie waren auch höher pro Wagen-km. Diese Steigerung erklärt sich durch die Preissteigerung aller Materialien, durch die höheren Löhne, sowie durch den größeren Materialverbrauch für bedeutende Motorreparaturen, als Folge des schneereichen Winters und für zahlreiche notwendige Neubaudagierungen von Rädern. Die Betriebskosten betragen 68,65 % von den Betriebseinnahmen.

Die Gleisunterhaltung ist noch sehr erschwert durch die infolge der vielen Aufgrabungen im Straßenkörper immerwährend vorkommenden Bodensenkungen und Verschiebungen. Bei der Bahn haben sich an verschiedenen Punkten Riffelbildungen auf der Lauffläche der Schienen gezeigt, welche an vielen Stellen durch Abhobeln, Spurregulierung und in Kurven durch Vernehrung der Spurstangen meist mit Erfolg beseitigt wurden.

Die wirkliche Länge der im Betriebe befindlichen Gleise beträgt:

	Elberfeld	Barmen	Zusammen
Hauptgleise lfd m	12107,04	11113,50	23220,54
Nebengleise » »	315,68	623,50	939,18
Zusammen » »	12422,72	11737,00	24159,72

Die Betriebslänge der Gleise zwischen Barmen—Schwarzbach und Elberfeld—Sonnborn beträgt infolge der kleinen Verlängerung des nördlichen Gleises nunmehr lfd. m 11619,27.

Der Wagenpark besteht aus:

			Sitzplätze		Stehplätze		
65	geschlossenen	Motorwagen	à 14	und	14	= 28	Plätze
1	»	»	» 16	»	14	= 30	»
16	»	Beiwagen	» 12	»	10	= 22	»
26	»	»	» 16	»	14	= 30	»
6	»	»	» 14	»	16	= 30	»
3	offenen	»	» 24	»	12	= 36	»
42	»	»	» 20	»	8	= 28	»

Tabelle I.

		Durchschnittlich					
		pro Zug-km[1])	pro Wagen-km	pro Platz-km	pro 1/km	pro beförderte Person	pro km Betriebslänge
Einnahmen:							
1. Betriebseinnahmen:							
a) aus dem Fahrscheinverkauf . . . . . M.	830 825,10	0,38,2	0,26.5	0,00.93	0,05.4	0,08,3	72 278,65
b) aus Abonnements . . . . . »	103 229,10	0,04,7	0,03.2	0,00.11	0,00.7	0,01.0	8 884,30
M.	943 054,20	0,42.9	0,29.7	0,01.04	0,06,1	0,09,3	81 162,95
2. Verschiedene Einnahmen . . . . . »	19 729,64	0,00.9	0,00 6	0,00,02	0,00.1	0,00,2	1 698,01
3. Vergütung für die Betriebsführung der Straßenbahn der Stadt Elberfeld . . . . . »	5 000,—	0,00.2	0,00 2	0,00 01	0,00.0	0,00.0	430,32
Summe der Einnahmen . . . . . M.	967 783,84	0,44.0	0,30 5	0,01.07	0,06.2	0,09,5	83 291,28
Ab Betriebskosten . . . . . »	647 397,22	0,29,4	0,20 4	0,00,72	0,04.1	0,06,4	55 747,55
Überschuß . . . . . M.	320 386,62	0,14.6	0,10.1	0,00 35	0,02.1	0,03.1	27 573,73
Ausgaben:							
Betriebskosten:							
Titel I. Verwaltung und Direktion. . . . . M.	47 278,56	0,02.1	0,01.5	0,00,05	0,00.3	0,00 5	4 068,98
» II. Betriebsdienst . . . . . »	142 206,36	0,06 5	0,04.5	0,00.16	0,00,9	0,01.4	12 240,58
» III. Zugkosten[2]) . . . . . »	320 314,36	0,14.6	0,10.1	0,00,35	0,02.0	0,03 2	27 567,51
» IV. Wagenunterhaltung . . . . . »	51 133,23	0,02.3	0,01.6	0,00 06	0,00,3	0,00,5	4 400,37
» V. Gleisunterhaltung . . . . . »	43 224,25	0,02.0	0,01.3	0,00 05	0,00.3	0,00.4	3 720,05
» VI. Gebäudeunterhaltung . . . . . »	11 626,57	0,00,5	0,00.4	0,00,01	0,00.1	0,00,1	1 000,63
» VII. Allgemeine Unkosten . . . . . »	31 523,39	0,01.4	0,01.0	0,00,04	0,00,2	0,00,3	2 713,03
Summe der Betriebskosten[3]) . . . . . M.	647 397,22	0,29.4	0,20.4	0,00,72	0,04.1	0,06.4	55 747,55

Anmerkung: [1]) Berechnet aus den gefahrenen Motorwagen-km. [2]) Preis pro KW.St. gemäß Vertrag 12,8 Pf. im Kraftwerk gemessen. [3]) Ausschließlich der Abgabe an die Städte von 4% der Betriebseinnahme.

Zusammen 66 Motorwagen, 48 geschlossene und 45 offene Beiwagen für den Personenverkehr.

An Spezialwagen sind vorhanden: 3 Turmwagen, 4 geschlossene Salzwagen, 1 Sandwagen und 2 Bahnmeisterwagen.

Vorstehende Tabelle I gibt ein Bild über die Betriebseinnahmen und Betriebskosten.

Der Stromverbrauch des Jahres 1907 geht aus Tabelle II hervor:

Tabelle II. Stromverbrauch.

Monate	KW.St.[1])	W.St.[2])		W.St. im Wagen gemessen	
		pro Motorwagen-km	pro Beiwagen-km	pro Motorwagen-km	pro t/km
Januar	98 041	489,0	163,0	388,9	65,9
Februar	91 363	493.4	164.5	419,0	71,2
März	96 154	495,0	155,6	405,9	68,8
April	91 709	451,0	150,3	383,7	65,0
Mai	97 272	440,3	146,8	364,7	61,8
Juni	95 130	442,7	147,6	370,1	62,7
Juli	96 086	439,0	146,3	372,8	63,2
August	97 429	445,9	148,6	362,1	61,4
September	96 543	445,1	148.4	344,5	57.7
Oktober	101 574	463.4	154.5	346,5	58,7
November	97 875	475,8	158,6	330,3	57,0
Dezember	101 060	474.1	158.4	349,3	57.3
Eigener Verbrauch .	1 161 136	460,4	153,5	370,4	62,8
An die Barmer Straßenbahn . .	14 133	—	—	—	—
Gesamtverbrauch .	1 175 269	—	—	—	—

Anmerkung: [1]) Gesamtverbrauch einschließlich desjenigen für die Werkstätten, die Beleuchtung und die Arbeits-km. [2]) 1 Beiwagen-km = 1/4 Motorwagen-km gerechnet.

Der sich einschließlich des Vortrages auf M. 152 599,57 belaufende Gewinn-Saldo wird wie folgt verwendet:

1. dem Erneuerungsfonds	M.	65 000,—
2. » Aktien-Tilgungsfonds . . .	»	8 250,—
3. » Tilgungsfonds II	»	3 000,—
4. der gesetzlichen Rücklage, 5% von M. 76 349,57	»	3 817,48
5. den Aktionären 5% von M. 1 250 000	»	62 500,—
6. dem Aufsichtsrate	»	10 000,—
7. auf das Jahr 1908 vorzutragen .	»	32,09
	M.	152 599,57

Auf die Genußscheine entfällt für das Jahr 1907 kein Gewinnanteil, weil nach obigen Verwendungen kein verfügbarer Betrag verbleibt (§ 32 des Statuts der Gesellschaft).

Neue Bücher.

Kalender für Betriebsleitung und praktischen Maschinenbau 1908. Von Hugo Güldner. XVI. Jahrgang. In zwei Teilen mit über 520 Textfiguren. Leipzig, H. A. Ludwig Degener. Preis geb. M. 3, Brieftaschenlederband M. 5.

Der Kalender für Betriebsleitung und praktischen Maschinenbau, der als Hand- und Hilfsbuch für Besitzer und Leiter maschineller Anlagen, Betriebsbeamte, Techniker, Monteure und solche, die es werden wollen, geschrieben ist, liegt in seinem 16. Jahrgange vor. Daß der Kalender jedes Jahr und stets mit Verbesserungen und Erweiterungen erscheint, gibt den Beweis, daß er in der Praxis ein gern gesehenes und benutztes Buch ist.

Der Kalender hat eine grundsätzliche redaktionelle Änderung erfahren. Er wird jetzt in zwei Teile geteilt, von welchen der erste die hauptsächlichsten betriebstechnischen Abschnitte enthält, während der zweite Teil den allgemeinen Maschinenbau behandelt und eine Fülle praktischer Tabellen, Verordnungen, Vorschriften bringt. Näher auf den Stoff einzugehen erübrigt sich, weil der Kalender allgemein bekannt ist. Neuerungen und Er-

weiterungen hat derselbe auch in diesem XVI. Jahrgange selbstverständlich wieder erfahren.

Beim durchstudieren des Buches bleibt die alte Auffassung bestehen, hier einen wirklich praktischen und brauchbaren Ratgeber in der Hand zu haben.

Die Form, Darstellung und Ausstattung sind unverändert geblieben.

Man kann dem Kalender nur eine zunehmende Verbreitung wünschen. Kyser.

Technisches Auskunftsbuch für das Jahr 1908. Von Hubert Joly. Notizen, Tabellen, Regeln, Formeln, Gesetze, Verordnungen, Preise und Bezugsquellen auf dem Gebiete des Bau- und Ingenieurwesens. XV. Jahrgang. 174 Figuren. Leipzig, Verlag von K. F. Koehler.

Das bekannte und in Fachkreisen beliebte Technische Auskunftsbuch von Joly liegt in der 15. Auflage für das Jahr 1908 vor und wird von vielen gewiß recht willkommen geheißen werden. Im Vorworte zu dieser neuen Ausgabe führt der Verfasser alles das an, wodurch das Werk erweitert worden ist, und man sieht hieraus, daß das Buch die Fortschritte der Technik, des Bauwesens, neue Tabellen und neuere Verordnungen bzw. Änderungen nach Möglichkeit berücksichtigt und verwertet.

Bei dem Umfange des Werkes, das in dieser Ausgabe 1280 Seiten Text aufweist, kann man schon eine gewisse Vollständigkeit trotz der Mannigfaltigkeit des Stoffes voraussetzen und in der Tat, man wird auf die meisten Fragen, die an den Techniker bezüglich Auskünften, überschläglichen Preisen, Informationen usw. herantreten, eine kurze, befriedigende Auskunft erhalten.

Der Inhalt des Buches ist oben kurz wiedergegeben. Die Darstellung ist knapp, trotzdessen inhaltlich gut, die Ausstattung die bekannte befriedigende.

Das Werk wird gewiß seinen alten Stand im Ingenieurbureau behaupten. Kyser.

Des Technikers Ratgeber in Geschäfts- und einfachen Rechtsfragen. Von Albert Radeke. 4. Aufl. Mittweida 1907, Polytechnische Buchhandlung. Gebunden M. 3,50.

Der Inhalt des Buches ist durch das Vorwort zur ersten Auflage folgendermaßen gekennzeichnet: »Der deutsche Unterricht an den Lehranstalten für Maschinenbau soll außer seinen gewöhnlichen Aufgaben zwei besondere erfüllen; er soll den angehenden Werkmeister und Techniker vertraut machen 1. mit denjenigen schriftlichen Arbeiten geschäftlicher Art, die in der Praxis vorkommen; 2. mit den wichtigsten Gesetzesbestimmungen, insbesondere mit denen, welche das Fabrikwesen betreffen«. Dieser Grundgedanke des Buches ist durchaus gesund und praktisch und mit Sorgfalt durchgeführt, so daß dasselbe seinen Titel wohl verdient und auch den Werkmeistern und Technikern in der Praxis durchaus empfohlen werden kann. Schulte.

Führer durch die Sammlungen des Deutschen Museums von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik in München. 158 Seiten Text mit 55 Abbildungen und 52 Plänen. Leipzig, Verlag von B. G. Teubner. Preis M. 1.

Das Museum veröffentlicht soeben nach sorgfältiger Vorbereitung einen offiziellen Führer durch seine umfangreichen Sammlungen von Meisterwerken, die bis auf die Gegenwart fortschreitend zeigen, wie Naturwissenschaft und Technik nach tastenden Versuchen einer glücklichen Kindheit, die wachsenden, zum Teil selbst geweckten Forderungen der Menschheit zu erfüllen suchten und in diesem Streben nach Vervollkommnung gewaltige Machtfaktoren unserer heutigen Kultur wurden. Der Führer begleitet den Besucher von Saal zu Saal und bietet durch seine Gruppierung des reichhaltigen Ausstellungsmaterials mit den historischen und prinzipiellen Äußerungen eine Darlegung der Entwicklung der Naturwissenschaften und der Technik überhaupt, in kurzer, lebendiger Darstellung. So empfängt auch der, dem ein Besuch des Museums versagt ist, Einblick und reiche Belehrung.

Die Deutschen elektrischen Strafsenbahnen, Sekundär-, Klein- und Pferdebahnen, sowie die elektrotechnischen Fabriken, Elektrizitätswerke, samt Hilfsgeschäften im Besitze von Aktiengesellschaften. Ausgabe 1907/08. 11. vollständig umgearbeitete und vermehrte Auflage. Verlag für Börsen- und Finanzliteratur A.-G. Berlin W. 35. Preis geb. M. 6.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

1. Ganze Kraftanlagen (Kraftwerke).

Die Kraftwerke Brusio und die Kraftübertragung nach der Lombardei. (Schweiz. Bauz. Band 51, Nr. 8, 22. Febr. 1908.)* Fortsetzung. Die abgehenden Leitungen bieten nur insofern Neues, als das Transformatorenwerk durch einen begehbaren Tunnel von ca. 500 m Länge mit dem Kraftwerke verbunden ist, in welchem zu beiden Seiten die Leitungen als blanke Kupferschienen verlegt sind. Gegen Berührung sind dieselben durch abnehmbare Drahtgitter geschützt (siehe Fig. 461). Spannung 7000 Volt.

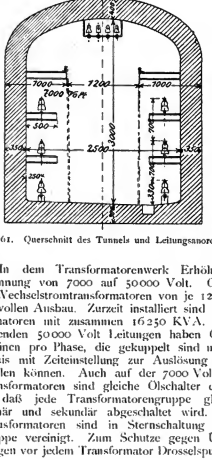


Fig. 461. Querschnitt des Tunnels und Leitungsanordnung.

In dem Transformatorenwerk Erhöhung der Spannung von 7000 auf 50000 Volt. Größe für 24 Wechselstromtransformatoren von je 1250 KVA. im vollen Ausbau. Zurzeit installiert sind 13 Transformatoren mit zusammen 16250 KVA. Die abgehenden 50000 Volt Leitungen haben Ölschalter je einen pro Phase, die gekuppelt sind und durch Relais mit Zeiteinstellung zur Auslösung gebracht werden können. Auch auf der 7000 Voltseite der Transformatoren sind gleiche Ölschalter eingebaut, so daß jede Transformatorengruppe gleichzeitig primär und sekundär abgeschaltet wird. Je drei Transformatoren sind in Sternschaltung zu einer Gruppe vereinigt. Zum Schutze gegen Überspannungen vor jedem Transformator Drosselspulen. Die

gemeinsamen neutralen Leiter jeder Gruppe unter Einschaltung eines Hörnerblitzableiters primär und sekundär geerdet. Die Transformatoren sind Öltransformatoren mit Wasserkühlung und stehen in Kabinen, die durch Rolläden abgeschlossen sind, bei $^1/_1$ Last 97,5 %, bei $^1/_2$ Last 96,5 %. Im Transformatorenwerk ist ein Laufkran zur leichteren Bedienung der einzelnen Teile der Anlage.

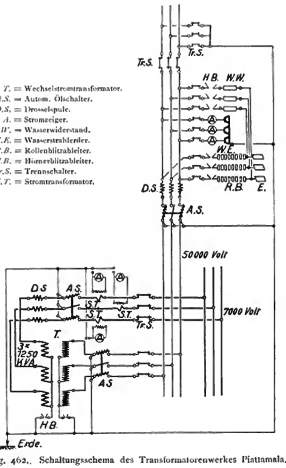
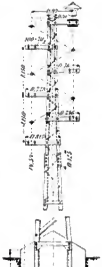


Fig. 462. Schaltungsschema des Transformatorenwerkes Piattamala.

In der Mitte des Transformatorenraumes ein gemeinsames Meßzimmer zur Aufnahme aller Apparate der 7000 und der 50000 Voltseite. Die abgehenden Hochspannungsleitungen haben als Blitz- und Überspannungsschutz Drosselspulen und parallel geschaltet Wasserstrahlerder, Rollenblitzableiter und Hörnerblitzableiter (siehe Fig. 462). Letztere sind auf eine Schlagweite von 60 mm eingestellt.

Die Kraftwerke Brusio und die Kraftübertragung nach der Lombardei. (Schweiz. Bauz., Band 51, Nr. 9, 29. Febr. 1908.)* Fortsetzung. Fernleitung. Die Fernleitung geht von dem Transformatorenunterwerk Piattamala aus und umspannt das ganze Versorgungsgebiet der Società Lombarda per Distributione di Energia Elettrica. Die Leitungen liegen, wo angängig, in unmittelbarer Nähe von Balmen und Hauptstraßen, um Reparatur und Beaufsichtigung nach Möglichkeit zu erleichtern. Entfernung des ersten Unterwerkes von Piattamala 145 km; ganze Entfernung bis zum Endpunkte 160 km. Vier parallele Leitungen, je zwei auf einem Maste verlegt. Abstand zwischen beiden Mastreihen möglichst auf 4 bis 5 m gehalten. Eiserne Gittermaste in Betonsockel einzementiert (Fig. 463). Normaler Mastabstand ca. 120 m, der allerdings an 87 Stellen wesentlich überschritten werden mußte. Die Leitung übersetzt die Adda mit einer Spannweite von 220 m. Größte Spannweite beim Überschreiten des Gravinatales mit 390 m. Kupferquerschnitt jeder Leitung 105 qmm, bestehend aus Seil von 19 Kupferdrähten von je 2,65 mm Durchmesser, äußerer Durchmesser 14 mm. Größte Beanspruchung des Kupfers 6 kg/qmm. Maximale Temperaturschwankung mit 50° C zugrunde gelegt.

Die Traversen für die Isolatoren sind aus je zwei Winkeleisen gebildet, zwischen denen ein mit Karbolineum imprägnierter Klotz aus Eichen- oder Kastanienholz die Isolatorstütze trägt. Abstand der einzelnen Isolatoren voneinander in Form eines gleichseitigen Dreieckes angeordnet 1150 mm (Fig. 463). Dauer des Ausbaues von zunächst zwei Leitungen zu je drei Seilen ca. zwei Jahre. Kosten eines Mastes — es sind nur eiserne Masten verwendet worden — einschließlich Aufstellen und Einbetonieren ca. 400 Lire. Mittlere Montagekosten pro km Leitung ca. 400 Lire.


1150
1150
1150

von je 500 KVA. bei 11 000/20 000 Volt verkettete Spannung.

Z. Z. sind installiert vier Wechselstromtransformatoren, davon einer als Reserve und drei Drehstromtransformatoren. Beide Fernleitungen sind nach dem Eintritt in das Unterwerk mit denselben Blitz- und Überspannungsschutzvorrichtungen versehen wie beim Abgange von Piattamala. Für den Betrieb der Wasserstrahlerder wurde eine kleine Pumpe in Verbindung mit einem Wassersparer von Gebr. Körting, A.-G., Hannover und ein Hochbehälter erstellt, so daß ein Druck von rd. 12 m zur Verfügung steht. Die einzelnen Speiseleitungen zweigen von den 11 000 Volt Sammelschienen ab und haben automatische Ölschalter und die nötigen Blitzschutzvorrichtungen.

Als Transformatoren sind hier solche mit trockener Isolation und für Luftkühlung, die von einem besonderen Ventilator zugeführt wird, aufgestellt. Drei Transformatoren zu einer Drehstromgruppe geschaltet geben 42 000/11 000 Volt. Die Primärwicklung hat abschaltbare Spulen, so daß je nach den Verlusten in der Linie eine Spannung bis zu 35 000 Volt erhalten werden kann.

Die Garantien für die Wechselstromtransformatoren sind: η bei $^1/_1$ Last 97 %, bei $^1/_2$ Last 96,5 %, einschließlich Ventilationsarbeit.

Spannungsabfall bei $\cos \varphi = 1$ und $^1/_1$ Last 1 %
» » » $\eta = 0{,}8$ » $^1/_1$ » 3 %
im Kurzschluß . . . . . 3 %.

Erwärmung 45° C Übertemperatur, Isolationsprobe für die Hochspannung: 65 000 Volt während 10 Min. gegen Eisen und Niederspannung, für die Niederspannung gegen Eisen 17 000 Volt. Überlastung 25 % während zwei Stunden bei 60° C Erwärmung.

Die Transformatoren stehen in Kabinen durch eiserne Jalousien abgeschlossen. — Die 500 KVA.-Transformatoren sind in gleicher Weise ausgeführt und montiert. Wirkungsgrad für diese:

η bei	$\cos \varphi = 1$		$\cos \varphi = 0{,}8$
und $^1/_1$ Last	97 %		96 %
» $^3/_4$ »	96 %		95 %
» $^1/_2$ »	95,5 %		94,5 %

Isolationsprobe: die doppelte Betriebsspannung. Erwärmung 50° C Übertemperatur.

Wirkungsgradkurven in Fig. 464 und 465 dargestellt. An beiden Enden der Ventilationskanäle sind Ventilatoren aufgestellt, die durch Drehstrommotoren angetrieben werden. Regelung der Kühlluftmenge durch Drosselklappen.

Die 20 000 Voltlinie ist 50 km lang und führt nach Como.

Das Transformatorenunterwerk Castellanza ist an das Kraftwerk der Società Lombarda angebaut. Hier sind sechs Wechselstromtransformatoren zu je 1250 KVA. installiert. Die Schaltanlage ist in drei übereinanderliegenden Stockwerken untergebracht. Im obersten Geschoß liegen die Leitungseinführungen für die 40 000 Volt-Leitungen, die Trenn- und Kurzschlußmesser und die Rallenblitzableiter, während die Hörnerfunkenstrecken in einem besonderen Turme untergebracht sind. In der Mittelstage liegen die 4000 Volt Sammelschienen, im unteren Geschoß alle übrigen Apparate.

Die Transformatoren gleichen denen von Piattamala. Überlastung 25 % während sechs Stunden, mit einem Wasserverbrauch von 40 l/Min. und 45° Übertemperatur.

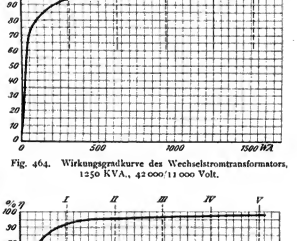


Fig. 464. Wirkungsgradkurve des Wechselstromtransformators, 1250 KVA., 42 000/11 000 Volt.

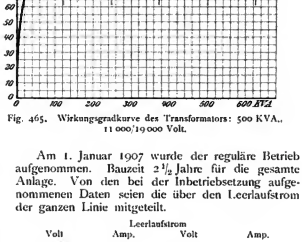


Fig. 465. Wirkungsgradkurve des Transformators: 500 KVA., 11 000/19 000 Volt.

Am 1. Januar 1907 wurde der reguläre Betrieb aufgenommen. Bauzeit $2^1/_2$ Jahre für die gesamte Anlage. Von den bei der Inbetriebsetzung aufgenommenen Daten seien die über den Leerlaufstrom der ganzen Linie mitgeteilt.

Leerlaufstrom			
Volt	Amp.	Volt	Amp.
28000	7,3	41400	11,2
32000	8,4	44200	12,25
35000	9,1	47500	13,3
38000	10,5	49000	13,85

Irgend ein Einfluß der Wasserstrahlerder auf den Leerlaufstrom der Linie war nicht bemerkbar. Jetzige ungefähre Belastung des Kraftwerkes 12 000 KW. Voller Ausbau des Transformatorenunterwerkes für 1908 in Aussicht genommen. Stromverbraucher zum größten Teile Spinnereien und Webereien.

Die elektrische Kraftanlage der Automobilfabrik „Safir" in Zürich. (Schweiz. Bauz., Band 51, Heft 10, 7. März 1908; Heft 11, 14. März 1908.)* Die Anlage wird im vollen Ausbau drei Dieselmotoren von je 150 PS Leistung umfassen. Vorläufig ist nur ein Maschinensatz aufgestellt, bestehend aus Dieselmotor, direkt zusammengebaut mit einem Drehstromgenerator mit angebauter Erregermaschine. Innenpoltype, um ohne besonderes Schwungrad das erforderliche Schwungmoment zu erhalten. Leistung 125 KVA. bei $\cos \varphi = 0{,}8$, Drehzahl 187 pro Min., Spannung 500 bis 525 Volt, Periodenzahl 50, Schwungmoment für $\delta = {}^1/_{200}$: 46 000 kg/m², η bei $\cos \varphi = 1$ und Vollast 90 %, bei $\cos \varphi = 0{,}8$ und Vollast 80 %, Erregerstrom 85 Amp. bei 65 Volt.

Für den Betrieb des Dieselmotors galizische Ölrückstände verwendet mit einem spez. Gewicht von

ca. 0,885, bei einem Entzündungspunkte von 120° C und einem Heizwerte von rd. 10000 Kal.

	1/1	3/4	1/2 Last
Brennstoffverbrauch garantiert	205	215	240 gr
bei der Probe und 98,5 KW	16 kg in 35 Min.		
bei 51,5 KW	8,8 » » 30 »		
umgerechnet auf Vollast und $t_i = 90^0/_0$	185 gr pro PSe/St.		
$t_i = 88^0/_0$	221 » »		

Kühlwassertemperatur:

beim Eintritt	+ 12° C
beim Austritt	+ 50 bis 70° C
Kühlwassermenge	12 bis 15 l pro PSe/St.

Schaltanlage umschaltbar auf das Elektrizitätswerk Zürich. Für Lichtzwecke Umformung durch zwei Drehstromtransformatoren in Dreieck-Sternschaltung mit sekundärem Nulleiter. 60 KVA. für allgemeine Beleuchtung, 10 KVA. für Notbeleuchtung. Lichtanlage gleichfalls umschaltbar auf das Lichtnetz Zürich. Übersetzungsverhältnis 510/180 Volt verkettete Spannung.

Amerikanische Dampfturbinenkraftwerke. 1. Das Bahnkraftwerk in Westville, Nr. 7. (Zeitschr. f. d. ges. Turbinenwesen 1908, Heft 5, S. 79.) In der kurzen Zeit von sechs Monaten ist für die Pennsylvania-Eisenbahngesellschaft in Westville ein Elektrizitätswerk errichtet worden, das vorläufig drei 2000 KW Curtis-Turbodynamos mit senkrechter Welle enthält. Der überhitzte Dampf wird in zwölf Wasserrohrkesseln erzeugt. Die Zuführung der Kohle erfolgt automatisch aus einem Bunker, in den die Eisenbahnkippwagen die Kohle unmittelbar entleeren. Die Dynamos liefern Strom von 6600 Volt Spannung und 25 Perioden, der in drei Stufen auf 33000 Volt transformiert wird. Die Erregung der Dynamos erfolgt durch zwei vertikale Curtis-Turbodynamos von je 75 KW.

Längs der Strecke sind sieben Umformerwerke verteilt, die die Wechselstromspannung auf 430 Volt herunterstetzen und in Umformern Gleichstrom von 650 Volt Spannung erzeugen; auch das Elektrizitätswerk selbst ist mit einer Umformeranlage ausgerüstet.

Einige Betrachtungen über das neue Projekt einer großen Wasserkraftanlage an der Rhône für die Versorgung von Paris mit Elektrizität. (Zeitschr. f. d. ges. Turbinenwesen, Jahrgang 1908, Heft 7, S. 109 ff.) 430 km von Paris entfernt soll zur Versorgung der Stadt mit Elektrizität bei Génissiat an der Rhône eine Wasserkraft von 228000 PS nutzbar gemacht werden. Es ist ein Staubecken geplant von 22,5 km Länge, das durch eine Sperrmauer von 80 m Höhe begrenzt wird und 22,5 Mill. cbm fassen soll. Das nutzbare Gefälle beträgt ungefähr 60 m. Die Fortleitung der elektrischen Arbeit soll mit einer Spannung von 120000 Volt erfolgen. Die Gesamtkosten der Anlage einschließlich der elektrischen Leitungen und Umformerwerke sind auf Frs. 60 Mill. veranschlagt.

Amerikanische Dampfturbinenkraftwerke. 2. Das Bahnkraftwerk der Fort Waine and Wabash Valley Traction Co. (Zeitschr. f. d. ges. Turbinenwesen, Jahrgang 1908, Heft 8, S. 126.) Bemerkenswert an den amerikanischen Anlagen ist die geschickte Raumausnutzung. Bei dem vorstehenden Werk beträgt die für 1 KW aufgewendete Baufläche 0,125 qm. Dies ist dadurch erreicht, daß im Erdgeschoß die Kessel eingebaut sind und in dem darüber liegenden Stockwerk die Generatoren stehen.

Es wird Drehstrom von insgesamt 7000 KW erzeugt; und zwar zur einen Hälfte mit 60 Perioden für Beleuchtungszwecke und zur anderen Hälfte mit 25 Perioden für den Betrieb einer 275 km langen Bahnstrecke von Fort Waine nach Lafayette mit elf Umformerwerken. Das Werk soll ausgebaut werden bis auf 8500 KW.

Die gesamten Anlagekosten betragen ausschließlich Grunderwerb und Erdarbeiten M. 275,57 für 1 KW, die Stromkosten

bei einer Belastung von $24^0/_0$ 3,32 Pf. pro KW.St.
» » » $33^1/_3{}^0/_0$ 2,40 » » » »
» » » $50^0/_0$ 1,72 » » » »

Die Turbinen des Kraftwerkes Schienene. (Zeitschr. f. d. ges. Turbinenwesen, 1908, Heft 9, S. 143.) Das Wasserkraftwerk Schlienene in Frankreich, südlich von Grenoble, das bis jetzt zur Hälfte ausgebaut ist, enthält vier einfache horizontale Francisturbinen, die bei einem Gefälle von 56,3 bis 58,8 m je 2000 PS bei 375 Umdr. pro Min. entwickeln.

Eigenartig ist die Regulierung der Turbinen. Die Drehbolzen der Leitschaufeln sind nach außen geführt und werden durch Hebel angegriffen, die mit dem Regulierring durch federnde Laschen verbunden sind. Gerät irgend ein Fremdkörper in das Leitrad, so gibt die betreffende Feder bei der Schlußbewegung nach und die Schaufel bleibt geöffnet. Es ist also einer Zerstörung vorgebeugt und außerdem sofort Abhilfe möglich, da die Zusammenpressung einer Feder leicht ins Auge fällt.

Die Zuführung des Wassers zum Leitrad erfolgt nicht in der meist gebräuchlichen Spiralform, sondern in einem symmetrischen Gehäuse, ähnlich wie es sich bei Zentrifugalpumpen bewährt hat.

2. Gewinnung der mechanischen Arbeit.

Die Erzeugung von Kraftgas aus Braunkohlebriketts. Von Oberingenieur P. Meyer, Halle a. S. (Braunkohle, 17. März 1908.) Um aus Braunkohlen Kraftgas für den Betrieb von Gasmotoren zu erzeugen, ist es erforderlich, sie vorher zu brikettieren und so den größten Teil des Wassers zu entfernen. Die Gasgeneratoren müssen teerfreies Produkt liefern. Beschreibung einer dementsprechend ausgebildeten Ofenbauart. Kohlenverbrauch bei Verwendung von Gasmotoren, die mit Braunkohlengas arbeiten, nur etwa 0,6 kg pro PSe.St.

Versuche an einem raschlaufenden Dieselmotor. Von Chr. Eberle. (Z. d. V. D. I., 1. Febr. 1908, S. 178.)* Konstruktion der Vereinigten Maschinenfabriken Augsburg und Nürnberg, 300 PS, 400 Umdr. pro Min.; Vier Zylinder, einseitig im Viertakt arbeitend; zwei Ölpumpen, zwei Kühlwasserpumpen; Gewicht 10150 kg gegen 66000 bei normalen Ausführungen. Versuche mit Belastung durch Gleichstromdynamo. Ermittlung des Wirkungsgrades der Dynamomaschine (88 bis $90{,}8^0/_0$). Unterer Heizwert der galizischen Gasöls 10070 WE. Prüfung in den Grenzen 250 bis 500 Umdr. pro Min., bei normaler, halber und größter Füllung. Brennstoffverbrauch für die Nutzpferdestärke schwankt zwischen 189 und 204 gr bei 250 und 500 Umdr. pro Min. Schaulinien für den Brennstoffverbrauch abhängig von der Nutzleistung bei verschiedenen Drehzahlen. 31 bis $33^1/_3{}^0/_0$ der Brennstoffwärme werden in Nutzarbeit umgesetzt, 32 bis $34^0/_0$ gehen in das Kühlwasser und 23 bis $25^0/_0$ in die Abgase. Mechanischer Wirkungsgrad des Motors $80^0/_0$ bei ganzer, $70^0/_0$ bei halber Leistung.

Herausgegeben von Professor Dr. Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN
CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A. Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; L. C. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **4. August 1908.** **Heft 22.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18,60 bzw. M. 9,30, Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36 maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Der elektrische Kraftbetrieb auf den Werken der Bergbau-Akt.-Ges. Ilse. Von Dipl.-Ing. W. Bolz. S. 437. (Schluß.)

Zur Theorie der Kabel. Von Leon Lichtenstein. S. 444.

Kleine Nachrichten. S. 452. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft: Das Kraftwerk der Abwässeranlage von Chicago. — Allgemeines: Zusammenstoß auf der Schwebebahn Barmen Elberfeld. Vohwinkel. Erfolge deutscher Maschinenbaukunst. Zuschriften an den Herausgeber: Zuschrift von Béla Valatin.

Neue Bücher. S. 455.

Zeitschriftenschau. S. 451.

Der elektrische Kraftbetrieb auf den Werken der Bergbau-Akt.-Ges. Ilse.

Von Dipl.-Ing. **W. Bolz.**

(Schluß.)

b) Schaltanlagen mit Transformatoren.

Die Hochspannungsschalttafeln sind bei den beiden älteren Kraftwerken der Gruben »Ilse« und »Renate« in das Kraftwerk hineingebaut mit einem Bedienungsgang vor der Wand. Die oberen Felder sind Marmortafeln mit Holzeinfassung und tragen für die Maschinen die nötigen Apparate, welche durch Glasfenster vor Berührung geschützt sind. In den neuen Kraftwerken der Gruben »Anna Mathilde« (Fig. 466 und 468) und »Eva« sind nur große Marmortafeln verwendet, die in die Wand des Kraftwerkes eingelassen sind. In einem besonderen Raum hinter der Tafel sind die Schaltapparate und Transformatoren eingebaut. (Fig. 467.) Die beiden äußeren Felder sind für die Maschinen der Kraftwerke bestimmt. Sie tragen die Hoch- und Niederspannungszeiger, den Angriff für den Erregerregulator, der auf Grube »Ilse« und »Renate« vor der Tafel im unteren Mittelfeld, auf den beiden anderen hinter der Tafel liegt, und den Kontakt für den kleinen Regulatormotor. Ein besonderes Relais bewirkt die Spannungsregulierung der Maschinen selbsttätig. Auf dem Kraftwerk auf Grube »Ilse« liefen sich die später aufgestellten Hauptschalter neuerer Konstruktion für die Maschinen nicht mehr in der Tafel unterbringen und wurden daher neben den Stromerzeugern aufgestellt. Verwendet sind nur Röhrenschalter für 2000 Volt, die sich bewährt haben. Der mittlere Teil der Tafeln dient für die Fernleitung und trägt die nötigen Netzapparate und Schalter. Auf der neueren Anlage »Anna Mathilde« dient das Feld nur für Leitung nach »Ilse« und durch den Leistungszeiger wird beaufsichtigt, ob von oder nach »Ilse« gearbeitet wird. Auf den übrigen Werken ist das Mittelfeld für die Leitungen nach den beiden zunächst liegenden Werken geteilt. Zum Parallelschalten der Maschinen sind Phasenlampen und Spannungszeiger angebracht, die an wagerechten Armen senkrecht vor der Tafel hängen. Auf Grube »Anna Mathilde« (Fig. 469) und »Eva« sind in den Schalträumen besondere Verteilungstafeln für die Förderung, Transformatoren und den Fabrikbetrieb aufgestellt. Jede Tafel ist mit einem Stromzeiger und einem Schalter versehen. Auf Grube »Anna Mathilde« sind die Sicherungen und Blitzschutzvorrichtungen im Kellergeschoß unter der Tafel eingebaut. Der Blitzschutz (Siemens-Hörner) liegt vor den Sammelschienen, an die die Fernleitungskabel mit kurzen Drosselspulen angeschlossen sind. In Grube »Eva« sind die Sicherungen und Verteilungstafeln in den Raum hinter der Hochspannungsschalttafel, in welchem sich die Niederspannungstafel für das 110 Volt-Netz gleichfalls befindet, untergebracht. Auf Grube »Anna Mathilde« sind Kraft- und Lichttransformator in einem besonderen Häuschen hinter dem Schaltraum aufgestellt. Kraft und Licht sind getrennt, doch ist die Einrichtung so getroffen, daß die beiden Transformatorensammelschienen auf der Niederspannungsseite durch Trennschalter parallel geschaltet werden können. Alle Anschlüsse sind für 200 KW vorgesehen. Die Niederspannungstafel auf »Anna Mathilde« hat in dem Anbau hinter der Hochspannungstafel Aufstellung gefunden. Auch dort können die getrennten Sammelschienen durch dreipolige Schalter vor der Tafel parallel geschaltet werden. Das mittlere Feld dient als Anschlußfeld für die Transformatoren und trägt die zugehörigen Apparate, während links die Kraft- und rechts die Lichtschalter vor der Tafel liegen. Auf Grube »Eva« und »Renate« ist der Aufbau gleichartig. Die Niederspannungstafel auf

Fig. 466. Schaltafel auf Grube »Anna Mathilde«.

Grube »Renate« steht im Maschinenraum und daneben die Transformatoren. Auf Grube »Ilse« sind die Transformatoren in der Fabrik untergebracht. Die Größen der einzelnen Transformatoren sind aus nachstehender Aufstellung ersichtlich.

Tabelle IV.

Kraftwerk	Leistung KW	Bestimmung	Aufstellung	
	50 + 45	Licht	Anbau an Fabrik	
	1,5	»	—	
	60 + 45	Kraft	Brikettfabrik	
	30	»	Ziegelei I	
	30	Kraft und Licht	» II	
	10	» » »	Tagebau	
Renate	100	Kraft	Kraftwerk	6000 bis 10 Volt
	50	Licht		
Anna Mathilde	100	Kraft	Transformatorhaus	
	30	Licht		
	100	Kraft	Schaltraum	
	30	Licht		
Eva	200	Kraft		
	200	»	Transformatorhaus	
	200	»		
	200	»		
Marga	200	»		2000 bis 3000 Volt
	200	»		
	200	»		
	200	»		

c) Hochspannungsleitung und Transformatoren.

Das Verbindungsnetz der Werke hat ca. 6 km gesamte Länge. Für die Spannung von 2000 Volt genügte die Verlegung der aus 3 × 50 qmm Elektrolytkupfer bestehenden Leitungen auf einfachen Glockenisolatoren an 9 m hohen Holzmasten, welche etwa 35 m voneinander entfernt aufgestellt sind. An der Kreuzungsstelle mit der Staatsbahn Lübbenau—Kamenz zwischen den Werken »Ilse« und »Anna Mathilde« ist ein ca. 63 m langes unterirdisches Kabel eingefügt worden, das auf beiden Seiten durch Hörnerschutz gegen Blitzschläge gesichert ist. Ebenso ist in der Strecke »Ilse-Renate« an der Kreuzungsstelle mit der Förderbahn der dazwischen liegenden »Anhaltischen Kohlenwerke« ein kurzes, ebenfalls gut geschütztes Kabelstück eingeschaltet.

Auf Grube »Eva« beginnt die bereits erwähnte Hochspannungs-Kraftübertragung nach der 11 km entfernten Grube »Marga«. Auf jeder Grube sind in einem besonderen zweistöckigen Transformatorenhause (Fig. 470) zu ebener Erde 4 Transformatoren für je 200 KW aufgestellt, und zwar in getrennten Räumen, an deren Wänden in ca. 2,5 m Höhe die Überspannungssicherungen für 15000 Volt angebracht sind. Für diese ist die Verbindung nach der Erde durch Wasserwiderstände in Tonröhren bei 15 000 Ω Widerstand hergestellt. Mit Rücksicht auf die hohe Spannung sind die 200 KW-Transformatoren, wie auch die übrigen größeren auf den Gruben, mit Ölkühlung versehen. Im oberen Stockwerk der Transformatorenhäuser liegen die Sammelschienen für 15 000 Volt, Trennschalter und Ölausschalter mit Zeitrelais, die 15 000 Volt-Freileitung, bestehend aus drei, etwa 100 cm voneinander entfernten Hartkupferdrähten von je 10 qmm Querschnitt, ist auf gewöhnlichen Holzmasten von 11 und 9 m Höhe über Erde mit ca. 30 m Spannweiten aufgehangen. Nur an den Bahnübergängen sind Gittermaste von ca. 13 m Höhe errichtet (Fig. 471). An allen Übergängen und Kreuzungen von Schwachstromanlagen sind dreiseitige, gut geerdete Schutznetze vorgesehen. An denselben Masten, welche die Hochspannungsleitungen tragen, ist in 8 m Höhe eine Telephonleitung auf der ganzen Strecke parallel verlegt. Da die Hochspannungsleitungen auf je 1000 m um 120° verdrillt sind, so hat sich bis jetzt noch keine Störung in der Telephonanlage ergeben. Auf je $^1/_{15}$ der Strecke ist ein Anschluß für ein tragbares Telephon vorgesehen. Das Telephon selbst ist mit allen vorgeschriebenen Schutzvorrichtungen versehen. Die Isolatoren der Hochspannung sind zweiteilige Glocken der Porzellanfabrik Hermsdorf. Unter jedem Isolator ist ein weit ausgreifender Erdungsbügel angebracht, der den reißenden Draht vor Berührung mit der Erde auffängt und erdet (Fig. 472). Diese Bügel sind miteinander verbunden und alle 1000 m geerdet. Seit Inbetriebsetzung der Übertragung hat sich noch keine Störung der von der A. E. G. ausgeführten Anlage gezeigt.

d) Einrichtung des Werkes »Marga«.

Das Werk »Marga« (Fig. 473) selbst wird eine in jeder Hinsicht nach modernen Gesichtspunkten erbaute Anlage. Bei vollem Ausbau hat es eine Leistungsfähigkeit von 200 Waggons täglich, während der erste Ausbau zunächst

Fig. 467. Hintere Ansicht der Schaltafel auf »Anna Mathilde«.

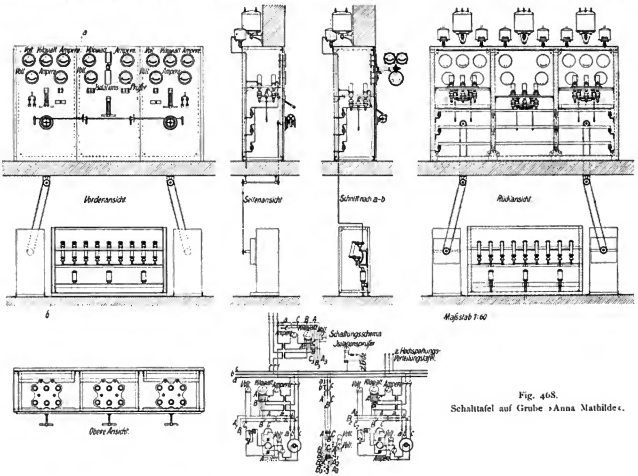


Fig. 468.
Schalttafel auf Grube »Anna Mathilde«.

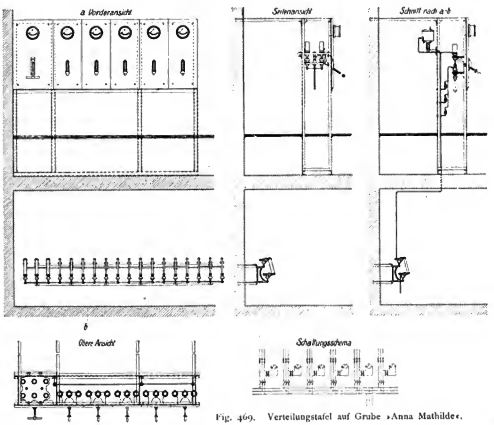


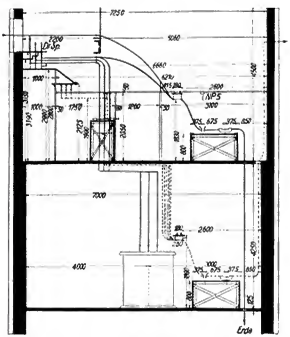
Fig. 469. Verteilungstafel auf Grube »Anna Mathilde«.

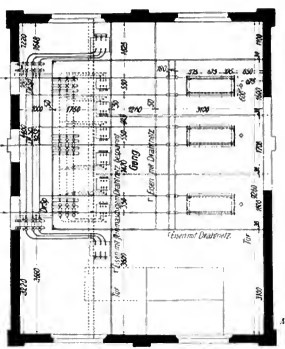
nur für 50 Waggon täglich erfolgt. In dem Kraftwerke werden sechs Dampfturbinen, System A. E. G., von je 1000 KW bei 3000 Umdr. aufgestellt, wenn mit den zunächst aufgestellten 2 Turbinen gute Erfahrungen und Resultate erzielt werden. Der gesamte Fabrikbetrieb wird elektrisch von einem besonderem Motorenhaus betätigt. Die Erweiterungsmöglichkeit der Anlage ist, wie aus Fig. 473 ersichtlich, in jeder Hinsicht vorzüglich gewahrt.

c) Kohlenförderung.

Die Kohlenförderung sämtlicher, der Gesellschaft gehörigen Werke geschieht mittels eiserner Förderwagen, welche auf elektrisch betriebenen Kettenbahnen von 50 cm Spurweite fortbewegt werden. Unweit des Endpunktes der schiefen Ebene befindet sich neben dem Einsteigschachte der in das Kohlenflöz eingebaute massive Maschinenraum (Fig. 474), in welchem der für den Förderkettenantrieb erforderliche Motor von 100 resp. 125 PS nebst dem zugehörigen Kettenvorgelege aufgestellt ist (Fig. 475). Der Betrieb ist zumeist so eingerichtet, daß zwei Stück Förderketten, die eine für Tagebau und Stollen, die andere für die schiefe Ebene und Förderbrücke, welche beide von der stehenden Vorgelegewelle aus durch je eine Kettengreiferscheibe angetrieben werden, angeordnet sind. Die Gliederstärke der Förderketten beträgt 24 mm bis auf die erst aufgeführten, die auf einigen Werken etwas schwächer gehalten sind. Auf Grube »Eva« ist neben den beiden erwähnten noch eine dritte von 24 mm Stärke für den Tagebaubetrieb vorhanden. Der Antrieb dieser Kette erfolgt durch einen besonderen Motor von 75 PS, welcher in einem am Ende des Förderstollens liegenden ausgezimmerten Maschinenraum mit dem zugehörigen Vorgelege untergebracht ist. Dieser Nebenantrieb machte sich erforderlich, weil die Förderbahn nach dem Tagebau geneigt ist und somit die Hauptkette zu stark beansprucht wurde. Ferner befindet sich auf Grube Eva noch eine weitere Förderkette von 20 mm Gliedstärke, welche sich zur Auskohlung eines Schlammwasserbehälters erforderlich machte und durch einen Motor von 40 PS betrieben wird.

Die Fortbewegung der Förderwagen durch die Kette geschieht in der Weise, daß die Glieder der letzteren sich in den Schlitz eines über den Wagenrand hervorragenden Bleches einlegen. Am Endpunkt der einen Kette rollen die Wagen nach Passieren einer Gleisüberhöhung der zweiten Kette selbsttätig zu. Da die Antriebsmotoren etwa 580 Umdr. pro Min. machen, die Geschwindigkeit der Förderkette nur ca. 1,00 bis 1,25 m/Sek. beträgt, so ist die erforderliche Übersetzung ∾ 1 : 50. Auf Grube »Anna Mathilde« wurde die Übersetzung wie folgt ausgeführt:





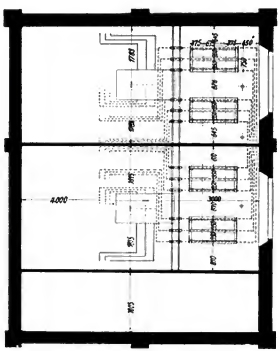


Fig. 470. Transformatorenhaus auf Grube »Eva« für die Kraftübertragung mit 15 000 Volt Spannung nach Grube »Marga«.

1. Riementrieb $\frac{840}{2100}$ mm,
2. Stirnradtrieb $\frac{400}{2000}$ »
3. Kegelradtrieb $\frac{500}{2000}$ »

Die Kettenantriebscheibe hat einen äußeren Durchmesser von 1362 mm (exkl. der Greifer gemessen). Die Endscheibe der Förderkette ist in einen Spannschlitten gelagert, welcher durch ein Spanngewicht belastet ist.

Die folgende Tabelle gibt die Motoren der verschiedenen Gruben an:

Tabelle V.

Kraftwerk	Motor PS	Kette	Auf-stellung
Ilse	100	Hauptkette	Unterirdischer Maschinenraum
Renate . . .	80	»	
Eva	125	»	
	75	Nebenkette	
	40	»	
Anna Mathilde	100	Hauptkette	

Für das Anlassen sind nur Flüssigkeitsanlasser verwendet.

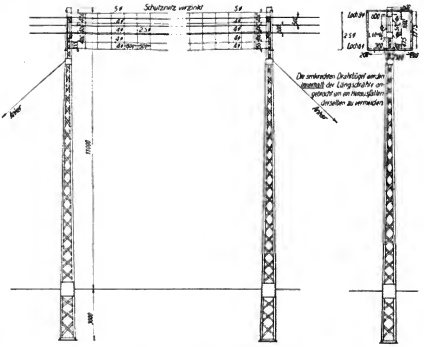


Fig. 471. Gittermaste der Hochspannungsleitung bei Bahnübergängen.

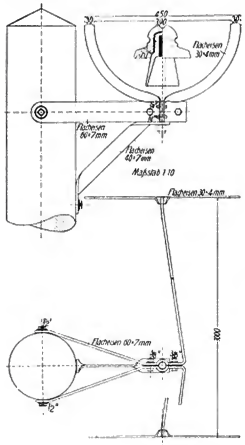


Fig. 472. Erdungsbügel und Glockenisolator der Hochspannungsleitung für 15 000 Volt.

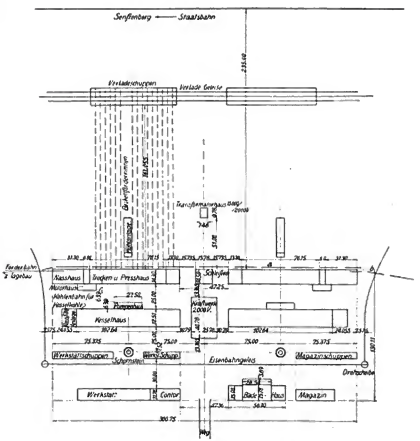


Fig. 473. Lageplan der Grube »Marga«.

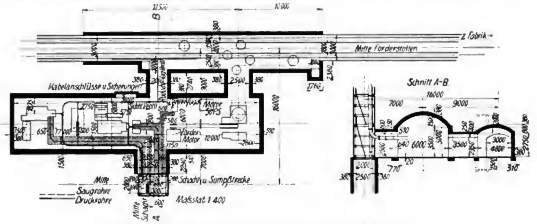


Fig. 474. Unterirdisches Maschinenhaus für Grube »Anna Mathilde«.

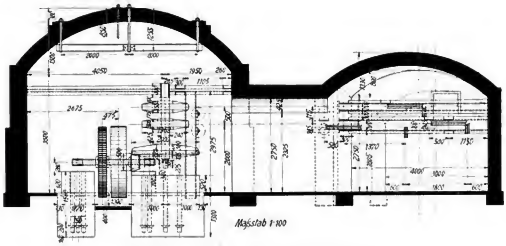


Fig. 475. Kettenantrieb auf Grube »Anna Mathilde«.

f) Aufbereitung der Kohle.

Die vermittelst der Kettenbahn in das oberste Geschoß des ersten Teiles der Fabrik, des Naßhauses, gelangten Förderwagen werden durch eingebaute Weichen, welche von einer Zentralstelle aus betätigt werden, auf die einzelnen Brechwerke verteilt und in die sog. Kreiselwipper geleitet, wo ihr Inhalt ausgekippt wird. Die Bedienung des Wippers erfolgt von Hand, mit Ausnahme der Brikettfabrik »Marga«, wo die Entleerung der Wagen maschinell geschehen soll. Durch passend angeordnete Trichter wird die gekippte Kohle auf die Brechwalzwerke, zwei mit Stacheln versehene Walzen, geleitet, die gegeneinander umlaufen und die Kohle zerdrücken. Hiernach fällt die Kohle auf ein Schüttelsieb, das die feine Kohle durchläßt, die gröbere Kohle zu einer Schleudermühle führt. Ganz große Stücke und Holzteile werden für die Kesselfeuerung abgeschieden. In der Schleudermühle laufen zwei mit Stahlstiften besetzte Scheiben gegeneinander um und zermalmen die hineinkommende Kohle. Diese vereinigt sich dann nach abermaligem Passieren eines Siebes mit der aus dem oberen Sieb kommenden Feinkohle und wird nun wieder durch Elevatoren nach oben gehoben, wo sie auf Transportbänder, die auf den Kohlenboden ins Trockenhaus führen, fällt. Diese Transportbänder bringen die Kohle einem, über die gesamte Länge des Kohlenbodens gelagerten, elektrisch betriebenen Transportbande zu, von welchem sie durch einstellbare Abstreicher heruntergeschoben wird und sodann in das Kohlensilo fällt, unter welchem die Schulzeschen Röhrentrockner eingebaut sind. Hier wird die Kohle durch den Abdampf der Maschinen und Pressen, welcher durch den hohlen Zapfen eintritt und die in Fig. 476 sichtbaren, die Kohle enthaltenden Röhren umstreicht, getrocknet. Durch die schräge

Fig. 476. Schulz-Röhrentrockner

Lage des Trockners und dessen Rotation wandert die Kohle ganz durch und fällt hinten in eine elektrisch angetriebene Schnecke, die sie wiederum einer angetriebenen steigenden Querschnecke zuführt, durch welche sie nach der Kühlanlage gelangt. Dort sinkt sie in den Kühlapparaten, welche aus stumpfwinklig gebogenen, jalousieartig angeordneten Blechen bestehen, nach unten in einen Rumpf, und wird von hier durch eine steigende Schnecke wieder nach dem Preßhause geführt, wo sie durch eine weitere Schnecke auf die einzelnen Preßrümpfe verteilt und in den Brikettpressen verpreßt wird.

Während auf den Gruben »Renate« und »Anna Mathilde« die Transmission, welche die einzelnen Maschinen und Apparate betreibt, ihre Triebkraft zum Teil, resp. gänzlich vom Schwungrad der Dampfmaschine mittels Riemenübertragung erhält, wird sie auf den Werken »Ilse«, »Eva« und »Marga« durch eigene Motoren angetrieben.

Über die in den einzelnen Werken aufgestellten Motoren gibt die folgende Tabelle Aufschluß:

Tabelle VI.

Kraftwerk	Motor	Zweck	Spannung	Anlaßart
Ilse	80 PS, $n = 480$	Naß- u. Trockendienst	2000	Metallanlasser mit Tourenregler
	100 » $n = 480$		2000	
	10 » $n = 960$	Transportbänder für	110	
	10 » $n = 960$	Kohlenbrüden	110	
	50 » $n = 960$	Telleröfen	2000	
	50 » $n = 960$	Schulzanlage	2000	
Renate	25 » $n = 925$	Brechwerk für Kessel-kohle u. Transportband	110	
	15 PS	Aufzug	110	
	20 »	Schneckei.Trockenhaus Transporthand	110	
	10 »	für die Kühlanlage	110	
	80 »	Schnecken z. Kühlanlage	2000	
Eva	125 »	Naßdienst	2000	Tourenregulierung
	125 »		2000	
	125 »	Trockendienst	2000	
	125 »		2000	
	75 »	Schnecken für Kühlanlage	2000	
	10 »	Transportband für Kohlenboden	110	Metallanlasser mit Flüssigkeitsanlasser
	7.5 »	Fahrstuhl	110	
	7.5 »	Transportband für Verkaufs-Kohlohle	110	
	15 »	Transportbänder im Kesselhaus	110	
Anna Mathilde	15 »	Transporthand für Kesselkohle	110	
	10 »	Transportband für Kohlenboden	110	
	35 PS, $n = 725$	Schnecken für	2000	
	35 PS	Kühlhaus	2000	

g) Nebenanlagen.

Die Absaugung des beim Trockenprozeß entstehenden staubgeschwängerten Wasserbrasens durch die Entstaubungsschlote geschieht durch natürlichen Zug, nur auf »Ilse« mußten zwei Absauge-Ventilatoren aufgestellt werden, die durch je einen Motor von 25 PS bei 110 Volt angetrieben werden. Der Niederschlag des Staubes erfolgt in gemauerten Schloten oder eisernen Boreas teils trocken, teils durch Wasserberieselung.

Die Wasserhaltung sämtlicher Gruben wird vollkommen elektrisch bewirkt. Im unterirdischen Vorgelegeraum für die Kettenförderung stehen die Elektromotoren, deren Anlauf mit Flüssigkeitsanlasser bewirkt wird und die sämtlich unmittelbar an das 2000 Volt-Netz angeschlossen sind. Größe und Leistung ist in Tabelle VII angegeben. Den Wasserhaltungsmaschinen wird das Wasser durch im Tagebau aufgestellte Zentrifugalpumpen zugehoben. Das Grubenwasser wird auf »Ilse« aus dem Sammelbassin durch eine 30 PS-Kolbenpumpe gehoben, die von einem Motor (2000 Volt, $n = 960$) mittels Riemen und Zahnrad angetrieben wird. Die schmutzigen Wasser der Fabrik werden durch eine besondere Plungerpumpe (15 PS, 110 Volt und 965 Umdr.), die in einem eigenen Maschinenhaus steht, in den Klärteich zurückgeschafft. Eine zweite ähnliche Pumpe kann bei Reparaturen an den Motor angehängt werden.

In den einzelnen Reparaturwerkstätten und Schleifereien ist ebenfalls der elektrische Antrieb eingeführt. Die Hauptwerkstätte der Grube »Eva-Renate« hat durchgehend Einzelantrieb der Werkzeugmaschinen durch zwölf Motoren mit ca. 30 PS bei 0,5 bis 5 PS Einzelleistung. Ebenso ist in der Werkstatt auf »Anna Mathilde« Einzelantrieb (3 Motoren von zusammen 5,5 PS) eingerichtet, während auf Grube »Ilse« die Werkzeugmaschinen von einer gemeinsamen Transmission angetrieben werden, die durch einen Motor von 30 PS Leistung angetrieben wird. In der Schleiferei sind auf Grube »Eva« 10 PS, »Renate« 15 PS und »Anna Mathilde« 10 PS Kapselmotoren aufgestellt. Die Werkstätten sind an das 110 Volt-Netz angeschlossen.

Die Ziegeleien beanspruchen je 30 KW aus dem Niederspannungsnetz. Auf jeder wird ein Aufzug von einem 6 PS-Motor (110 Volt, $n = 925$) betätigt, mit dem Unterschiede, daß auf Ziegelei I der Motor direkt mit der Trommel durch eine Schneckenübersetzung gekuppelt ist, während auf Ziegelei II der Aufzug Riemenantrieb hat und daher ausrückbar ist. Außerdem stehen dort noch zwei Motoren gleicher Bauart à 6 und à 10 PS für Ventilation in Betrieb. Der Antrieb für Mischwerk, Elevator und Tonschneider wird auf Ziegelei II durch zwei Motoren besorgt: 30 PS, $n = 325$ und 50 PS, $n = 580$ für 2000 Volt. Auf Ziegelei I dient dazu ein Motor von 80 PS, 2000 Volt, $n = 580$.

Die Zimmerer- und Schreinerwerkstatt auf Grube »Ilse« erhält ihren Antrieb von einem 50 PS-Motor von 2000 Volt und 580 Umdr. Die Motoren werden sämtlich durch Flüssigkeitsanlasser in Betrieb gesetzt.

Auf dem Tagebau der Grube »Ilse« ist eine Zentrifugalspritzpumpe (15 PS, 2000 Volt) aufgestellt, und im Abbau sind überallhin die nötigen Wasserrohre verlegt, um leicht jeder Feuersgefahr im Flöze zu begegnen.

Das Niederspannungsnetz hat außerdem noch für die Beamtenwohnungen, Schule, Gasthaus der Gesellschaft usw. Licht und Kraft zu liefern. Auf den Werken ist für Beleuchtung installiert:

Ilse	40	Bogenlampen,	2235 Glühlampen
Renate . . .	37	»	433 »
Eva	27	»	490 »
Anna Mathilde	28	»	590 »

Bei der großen Explosionsgefahr, die der feine trockene Kohlenstaub bietet, war ein besonderer Schutz der Beleuchtung nötig und daher sind die Beleuchtungleitungen in den warmen Apparateräumen in staub- und wasserdichte Rohre verlegt, während die Lampen durch Metallschläuche beweglich angeschlossen sind.

Besonders erwähnenswert wäre noch, daß auf der im Aufschluß begriffenen Grube »Marga« der gesamte Abraumbetrieb elektrisch bewirkt werden soll. Zwei elektrisch angetriebene Erdbagger sind bereits in Betrieb, und später soll außerdem der Transport der Baggerwagen mittels elektrisch betriebener Lokomotiven vollzogen werden. In der Nähe des Tagebaues ist ein

Tabelle VII.

Grube	Motor PS	Drehzahl	Spannung	Pumpentype	Ab-messung Zyl.-Ø Hub	Drehzahl	Leistung cbm	Förder-höhe m	Antriebsarten	Aufstellung	Zubring-pumpe	Drehzahl	Motor PS	Spannung	Pumpenlst cbm	Förder-höhe m	Anmerkung
Ilse	30	325	2000	Plunger 4fach	220×300	47 Hübe	2	35	2 Riemen u. 1 Zahnrad	Besonderer Schacht	1 Zentrifugal	1000	5	960	110	1 5	
	40	325	2000	Gestänge Plunger	350×560	20—30 Hübe	2—3	35	Riemen Winkelzahn-radgestänge	besonderer Schacht	1 »	1000	5	1400	110	1 7	
											1 »	1000	5	1400	110	1 5	
Renate	25	725	2000	Kolbenpumpe	250 × 300	$n = 30$	1,6—25	25	Riemen und Zahnrad	Maschinen-raum	1 »	1000	5	960	110	1 5	
	25	725	2000	»	250 × 300	30	1,6—25	25	desgl.								
Ern	50	1400	2000	Zentrifugal	—	1400	3	40	Riemen	»	1 »	1100	20	965	110	2 20	
	40	725	2000	Kolben 4 fach	300 × 350	30—40	1,5	40	Riemen	»	1 »	1100	20	965	110	2 20	
									Zahnrad		1 »	900	15	965	110	2 10	
Anna Mark.	75	750	2000	Plunger 4 fach	360 × 400	42	5	25	2 Zahnräder	»							Tagebau
	50	725	2000	» »	305 × 400	42	4,5	25	Riemen Zahnrad	»	1 »	1100	15	965	110	2 8,5	
	40	720	2000	Kolben »	270 × 350	45	3	25	desgl.	»	1 »	1000	15	965	110	2 8,5	
	30	570	2000	Zentrifugal	—	1100	3	21	Riemen	»							
Marga	48	1450	2000	»	—	1450	3	30	gekuppelt	Schacht 1	—	—	—	—	—	—	[1])
	75	730	2000	»	—	1150	3	30	Riemen	»	—	—	—	—	—	—	
	30	965	2000	»	—	1150	2	30	»	»	—	—	—	—	—	—	
	20	965	110	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	[2])
	75	1450	2000	»	—	1450	5	15	gekuppelt	Tagebau	—	—	—	—	—	—	
	75	1450	2000	»	—	1450	5	»	»	»	—	—	—	—	—	—	
	75	1450	2000	»	—	1450	5	»	»	»	—	—	—	—	—	—	
	80	570	2000	»	—	750	13	»	Riemen	»	—	—	—	—	—	—	
	10	965	115	»	—	1650	2	10	»	Fabrikgelände	—	—	—	—	—	—	

[1]) Abteufpumpen. [2]) Aufzugmotor.

Umformerwerk errichtet worden, in welchem zwei Motorgeneratoren von je 600 Volt und 300 KW, die Drehstrom in Gleichstrom von höherer Spannung umformen, aufgestellt sind. Für die Abraumbahn und den Baggerbetrieb kommt das von der A. E. G. vorgeschlagene Oberleitungssystem zur Ausführung. Bemerkenswert ist hierbei, daß auch auf den Abraumgebieten, wo die Gleise doch beständig wandern, der elektrische Betrieb bereits festen Fuß gefaßt hat.

Bei der großen Entfernung der Werke sowie der einzelnen Betriebsstätten unter sich hat sich eine Telephonanlage notwendig gemacht. Ursprünglich ist die Anlage als Batterieanlage mit mehreren Zentralstationen ausgeführt worden. Vor kurzem jedoch wurde sie von einer einzigen Zentralstelle aus bedienbar und in Induktionsanruf umgebaut. Zurzeit ist die neue Telephonzentrale mit ca. 100 Anschlüssen bereits in Betrieb.

Zum Schluß möchte ich Herrn Direktor Müller und Herrn Oberingenieur Fischer für die liebenswürdige Unterstützung meinen herzlichsten Dank aussprechen.

Zur Theorie der Kabel.[1])

Von **Leon Lichtenstein.**

1. Allgemeine Leitersysteme.

Gegeben sei ein beliebiges System von Leitern, die zum Teil isoliert, zum Teil mit Erde verbunden sind, von denen keiner die übrigen umschließt. Wir bezeichnen die Ladungen der Leiter mit $Q_1, Q_2 \ldots Q_n$, ihre Potentiale mit $V_1, V_2 \ldots V_n$.

Alle Größen seien im absoluten elektrostatischen Maßsystem ausgedrückt. Wie auch nun der zwischen den Leitern befindliche Raum beschaffen sein mag, ob er mit Luft oder beliebigen homogenen oder nicht homogenen Dielektricis ausgefüllt ist, immer besteht die Beziehung:

$$\left.\begin{aligned} V_1 &= \alpha_{11} Q_1 + \alpha_{12} Q_2 + \ldots + \alpha_{1n} Q_n \\ V_2 &= \alpha_{21} Q_1 + \alpha_{22} Q_2 + \ldots + \alpha_{2n} Q_n \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ V_n &= \alpha_{n1} Q_1 + \alpha_{n2} Q_2 + \ldots + \alpha_{nn} Q_n \end{aligned}\right\} \alpha_{pq} = \alpha_{qp} \ . \quad (1)$$

Die Konstanten α, deren Zahl

$$\frac{n(n+1)}{2}$$

beträgt, sind von V und Q unabhängig. Sie sind komplizierte Funktionen der Form, der gegenseitigen Lage aller Leiter und der Verteilung des zwischenliegenden Dielektrikums. Oder auch einfacher: Funktionen der Form und der Verteilung des Dielektrikums.

Die Potentiale der Leiter sind lineare Funktionen ihrer Ladungen. Es würde zu weit führen, wollten wir den Satz (1) auf dieser Stelle beweisen. Der Beweis ist in jedem Lehrbuch der wissenschaftlichen Elektrizitätslehre zu finden, siehe z. B. Mascart: »Leçons sur l'électricité et le magnetisme«, tome I, p. 68.

Die Konstanten α lassen sich nur in seltensten Fällen genau berechnen; ist aber das elektrische System gegeben, so kann man sie leicht experimentell bestimmen. Sind α einmal bekannt, so geben die Gleichungen (1) für alle Werte der Ladungen die zugehörigen Werte der Potentiale an. Die Größen α charakterisieren das System vollkommen.

Ist ein Leiter, z. B. Leiter (n) geerdet, so ist

$$V_n = \alpha_{n1} Q_1 + \alpha_{n2} Q_2 + \ldots + \alpha_{nn} Q_n = 0$$

$$Q_n = -\frac{\alpha_{n1}}{\alpha_{nn}} Q_1 - \frac{\alpha_{n2}}{\alpha_{nn}} Q_2 - \ldots - \frac{\alpha_{n,n-1}}{\alpha_{nn}} Q_{n-1}$$

Es genügt also die Ladungen der isolierten Leiter zu kennen, um die Potentiale sämtlicher Leiter zu bestimmen.

[1]) Auszug aus desselben Verfassers Schrift: »Beiträge zur Theorie der Kabel«. (Verlag von R. Oldenbourg in München und Berlin.)

Welche ist nun die physikalische Bedeutung der Faktoren α? Diese ergibt sich leicht aus folgender Überlegung. Denken wir uns für einen Augenblick alle Leiter isoliert und erteilen dem Leiter (p) die Ladung 1. Aus der Gl. (1) folgt, daß jetzt

$$Q_1 = Q_2 = \ldots = Q_{p-1} = Q_{p+1} = \ldots = Q_n = 0;\ Q_p = 1$$

$$V_1 = \alpha_{1p};\ V_2 = \alpha_{2p};\ \ldots\ V_p = \alpha_{pp};\ \ldots\ V_n = \alpha_{np}$$

α_{pp} ist mithin das Potential, welches der Leiter (p) annimmt, wenn er mit einer Elektrizitätseinheit geladen wird, alle übrigen Leiter aber isoliert und nicht geladen bleiben, α_{pq} ist dabei das Potential des Leiters q. Aus der physikalischen Bedeutung der Faktoren α_{pq} als Potentiale folgt, wie sie in jedem besonderen Falle experimentell bestimmt werden können. Man hat einen Leiter (p) mit einer beliebigen Elektrizitätsmenge zu laden, die übrigen aber isolieren und ungeladen lassen und das Potential (Spannung gegen Erde) aller Leiter mit einem elektrostatischen Spannungszeiger zu messen. Verbindet man jetzt den einzigen geladenen Leiter (p) durch ein ballistisches Galvanometer mit Erde, so bekommt man aus dem Ausschlag der Galvanometernadel nach der bekannten Methode die jenem Leiter mitgeteilte Elektrizitätsmenge. Ist diese Q_0 und das Potential des Leiters (q) A_{qp}, so hat man

$$\alpha_{qp} = \frac{A_{qp}}{Q_0}.^{1})$$

Lösen wir das lineare System (1) nach den Größen $Q_1, Q_2 \ldots Q_n$ auf, so erhalten wir ein neues System von Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} Q_1 &= \gamma_{11} \cdot V_1 + \gamma_{12} V_2 + \ldots + \gamma_{1n} V_n \\ Q_2 &= \gamma_{21} \cdot V_1 + \gamma_{22} V_2 + \ldots + \gamma_{2n} V_n \\ Q_n &= \gamma_{n1} \cdot V_1 + \gamma_{n2} V_2 + \ldots + \gamma_{nn} V_n \end{aligned}\right\} \gamma_{pq} = \gamma_{qp}. \quad (2)$$

Die Konstanten γ_{pq}, deren Zahl $\frac{n(n+1)}{2}$ beträgt, sind wie die Größen α von V und Q unabhängig. Sie sind wie jene verwickelte Funktionen der Form und der gegenseitigen Lage aller Leiter und der Verteilung des zwischenliegenden Dielektrikums.

Die Bedeutung der Faktoren γ ist aus folgendem leicht zu ersehen. Setzen wir

$$V_1 = 1,\ V_2 = V_3 = \ldots = V_n = 0,$$

so erhalten wir

$$Q_1 = \gamma_{11},\ Q_2 = \gamma_{21};\ \ldots\ Q_n = \gamma_{n1}.$$

Verbinden wir also sämtliche Leiter mit Ausnahme von (1) mit Erde und bringen wir diesen auf Potential 1, so sind die Ladungen, welche unsere Leiter erhalten, entsprechend gleich $\gamma_{11}, \gamma_{21} \ldots \gamma_{n1}$. Allgemein ist γ_{pp} die Ladung, welche man dem Leiter (p) geben muß, um ihn auf Potential 1 zu bringen, während alle anderen Leiter an Erde gelegt sind. Gleichzeitig erhält der Leiter (q) die Ladung γ_{qp}.

Die Koeffizienten γ sind leicht zu messen. Diese Messung könnte man (wenigstens im Prinzip) wie folgt ausführen. Man verbinde sämtliche Leiter durch ballistische Galvanometer mit Erde und lasse diese Verbindung beim Leiter (1) noch offen. Die Galvanometer müssen von den Leitern so weit entfernt und die Verbindungsleiter so dünn sein, daß durch sie die Verteilung der Elektrizität nicht merklich beeinflußt wird. Wir laden den Leiter (1) auf ein Potential V_1 das durch ein statisches Elektrometer gemessen wird. Nunmehr wird die Verbindung des Leiters (1) mit der Erde hergestellt. Sämtliche Ladungen fließen durch ballistische Galvanometer zur Erde; die Ausschläge der Instrumente geben die Größe der durchgeflossenen Elektrizitätsmengen an. Dividieren wir diese durch V_1 so erhalten wir die Zahlen $\gamma_{11}, \gamma_{12} \ldots \gamma_{1n}$.

Liegt ein Leiter (n) an Erde, so ist $V_n = 0$ und die entsprechenden Glieder in den Gl. (2) verschwinden.

Sind alle γ auf diese Weise bestimmt, so ergeben sich nach Auflösung der linearen Gleichungen (2) auch die Werte von α. Die Formeln (2) geben die Werte der Ladungen aller Leiter, wenn ihre Potentiale bekannt sind. Sie spielen bei Systemen von n-Leitern dieselbe Rolle, wie die einfache Gleichung

$$Q = c\,V$$

in der Theorie des Kondensators.

Maxwell nennt den Faktor γ_{pp} Kapazität des Leiters (p); für den Faktor γ_{pq} ist der Name (elektrostatischer) Induktionskoeffizient der Leiter (p) und q vorgeschlagen worden.

Die Formeln (1) und (2) gelten für Systeme von Leitern, von denen keiner die übrigen umschließt, insbesondere also für Systeme bestehend aus langen parallelen Zylindern (Luftleitern). Tritt jedoch der Fall ein, daß, wie bei Kabeln, ein Leiter alle übrigen umschließt, so bedürfen die Gl. (1) und (2) einer Modifikation.

Ist das Potential der leitenden Hülle gleich V_0, so ist jetzt, wenn wir die Zahl der eingeschlossenen Leiter gleich n annehmen

$$\left.\begin{aligned} V_1 - V_0 &= \alpha_{11}\ Q_1 + \alpha_{12}\ Q_2 + \ldots + \alpha_{1n}\ Q_n \\ V_2 - V_0 &= \alpha_{21}\ Q_1 + \alpha_{22}\ Q_2 + \ldots + \alpha_{2n}\ Q_n \\ V_n - V_0 &= \alpha_{n1}\ Q_1 + \alpha_{n2}\ Q_2 + \ldots + \alpha_{nn}\ Q_n \end{aligned}\right\} \quad (1^{bis})$$

und ebenso

$$\left.\begin{aligned} Q_1 &= \gamma_{11}(V_1 - V_0) + \gamma_{12}(V_2 - V_0) + \ldots + \gamma_{1n}(V_n - V_0) \\ Q_2 &= \gamma_{21}(V_1 - V_0) + \gamma_{22}(V_2 - V_0) + \ldots + \gamma_{2n}(V_n - V_0) \\ Q_n &= \gamma_{n1}(V_1 - V_0) + \gamma_{n2}(V_2 - V_0) + \ldots + \gamma_{nn}(V_n - V_0) \end{aligned}\right\} \quad (2^{bis})$$

Die Bedeutung der Faktoren γ_{pq} weicht von der oben gegebenen ab und ergibt sich aus folgender Betrachtung. Stellen wir uns z. B. vor, daß alle Leiter mit Ausnahme von (1) mit dem Mantel leitend verbunden sind, und geben wir dem Leiter (1) das Potential um 1 höher als das Potential des Mantels, so wird

$$Q_1 = \gamma_{11};\ Q_2 = \gamma_{21};\ \ldots\ Q_n = \gamma_{n1}$$

Offenbar ist wieder

$$\alpha_{pq} = \alpha_{qp};\ \gamma_{pq} = \gamma_{qp}.$$

Auf der Innenfläche des Leiters (o), welcher die leitende Hülle bildet, ist stets eine Ladung vorhanden, die der Summe aller eingeschlossenen Ladungen entgegengesetzt gleich ist.

$$Q_0 = -(Q_1 + Q_2 + \ldots + Q_n).$$

Die Ladung der Außenfläche des Leiters (o) berechnet sich aus der Formel 2, in welcher für $V_1, \ldots V_n$ für V_2, V_3 etc. Potentiale der im Außenraume etwa vorhandenen Leiter einzusetzen sind. Offenbar wird diese Ladung durch die Ladungen der eingeschlossenen Leiter nicht beeinflußt. Sie spielt bei unseren Betrachtungen keine Rolle.

Setzen wir in den Formeln (2bis) $n = 3$, so erhalten wir

[1]) In der Praxis wird man die Konstanten α mit Wechselstrom bestimmen.

$$Q_1 = \gamma_{11}(V_1 - V_0') + \gamma_{12}(V_2 - V_0') + \gamma_{13}(V_3 - V_0')$$
$$= (\gamma_{11} + \gamma_{12} + \gamma_{13}) \cdot (V_1 - V_0') - \gamma_{12}(V_1 - V_2') - \gamma_{13}(V_1 - V_3');$$
$$Q_2 = \gamma_{21}(V_1 - V_0') + \gamma_{22}(V_2 - V_0') + \gamma_{23}(V_3 - V_0') = -\gamma_{21} \cdot (V_2 - V_1') + (\gamma_{21} + \gamma_{22} + \gamma_{23}) \cdot (V_2 - V_0') - \gamma_{23}(V_2 - V_3');$$
$$Q_3 = \gamma_{31}(V_1 - V_0') + \gamma_{32}(V_2 - V_0') + \gamma_{33}(V_3 - V_0') = -\gamma_{31} \cdot (V_3 - V_1') - \gamma_{32}(V_3 - V_2') + (\gamma_{31} + \gamma_{32} + \gamma_{33}) \cdot (V_3 - V_0').$$

Setzen wir jetzt

$$\gamma_{11} + \gamma_{12} + \gamma_{13} = C_{10}$$
$$\gamma_{21} + \gamma_{22} + \gamma_{23} = C_{20}$$
$$\gamma_{31} + \gamma_{32} + \gamma_{33} = C_{30};$$
$$-\gamma_{12} = -\gamma_{21} = C_{12}$$
$$-\gamma_{13} = -\gamma_{31} = C_{13}$$
$$-\gamma_{23} = -\gamma_{32} = C_{23}$$

so folgt:

$$Q_1 = C_{10}(V_1 - V_0') + C_{12}(V_1 - V_2') + C_{13}(V_1 - V_3')$$
$$Q_2 = C_{20}(V_2 - V_0') + C_{12}(V_2 - V_1') + C_{23}(V_2 - V_3')$$
$$Q_3 = C_{30}(V_3 - V_0') + C_{13}(V_3 - V_1') + C_{23}(V_3 - V_2').$$

Diese Gleichungen geben die Ladungen als lineare Funktionen der Potentialdifferenzen der Leiter des Systems.

2. Verseilte n-Leiter-Kabel. Scheinbare Kapazität.

Wir gehen jetzt zur Betrachtung der verseilten Kabel über und nehmen die Zahl der Leiter allgemein gleich n an. Wir setzen weiter voraus, daß die Kabelachsen, wie aus Fig. 477 ersichtlich, die Kanten eines regulären Prismenkörpers bilden. Solche Kabel können z. B. zur Fortleitung der Ströme eines n-phasigen verketteten Systems dienen. Ist ein Wechselstrom- oder Drehstromkabel mit Prüfdrähten ausgerüstet, so ist gleichfalls $n > 3$, doch ist die Anordnung der Leiter anders. Die Länge des Kabels nehmen wir stets gleich l cm an.

Nach (1bis) ist für den Leiter (1):

$$V_1' - V_0' = \alpha_{11} Q_1 + \alpha_{12} Q_2 + \ldots + \alpha_{1n} Q_n$$

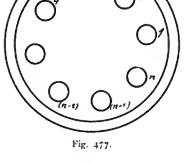


Fig. 477.

Nehmen wir ferner an, daß das Dielektrikum in bezug auf alle Leiter symmetrisch verteilt ist. Es ist leicht einzusehen, daß dann:

$$\alpha_{11} = \alpha_{22} = \alpha_{33} = \ldots = \alpha_{n\,n}$$
$$\alpha_{12} = \alpha_{21} = \alpha_{31} = \ldots = \alpha_{1,n} = \alpha_{21} = \alpha_{32} = \ldots = \alpha_{n,n-1}$$
$$\alpha_{13} = \alpha_{23} = \alpha_{35} = \ldots = \alpha_{n\,2,n}$$
$$\alpha_{14} = \alpha_{24} = \ldots = \alpha_{n\,3,n}$$

Die Zahl der von einander unabhängigen Konstanten beträgt jetzt:

$$m = \frac{n}{2} + 1 = \frac{n+2}{2}$$

wenn n eine gerade Zahl ist;

$$m = \frac{n-1}{2} + 1 = \frac{n+1}{2}$$

wenn n eine ungerade Zahl ist.

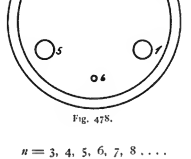


Fig. 478.

Für $n = 3, 4, 5, 6, 7, 8 \ldots$.
ist $m = 2, 3, 3, 4, 4, 5 \ldots$.

Ganz analog ist z. B.:

$$Q_1 = \gamma_{11}(V_1 - V_0') + \gamma_{12}(V_2 - V_0') + \gamma_{13}(V_3 - V_0') + \ldots + \gamma_{1n}(V_n - V_0');$$

$$\gamma_{11} = \gamma_{22} = \ldots = \gamma_{n\,n}$$
$$\gamma_{12} = \gamma_{23} = \ldots = \gamma_{n-1,n}$$
$$\gamma_{13} = \gamma_{24} = \ldots = \gamma_{n-2,n}$$
$$\gamma_{14} = \ldots = \gamma_{n-3,n} \text{ etc.}$$

Die Zahl der von einander unabhängigen Konstanten γ beträgt gleichfalls

$$m = \frac{n+2}{2} \text{ für } n = 2p$$

$$m = \frac{n+1}{2} \text{ für } n = 2p+1.$$

Bilden die Leiterachsen nicht mehr die Kanten eines regulären Prismenkörpers oder sind die Durchmesser der Leiter nicht alle gleich, so ist eine so weit gehende Reduktion der Zahl der unabhängigen Konstanten in den Formeln (1) und (2) nicht möglich. Immerhin kann je nach der Form des Systems eine Reduktion vorgenommen werden. Betrachten wir z. B. ein mit Prüfdrähten ausgerüstetes Drehstromkabel (Fig. 478). Wir finden leicht, daß jetzt

$$\gamma_{11} = \gamma_{33} = \gamma_{55}$$
$$\gamma_{22} = \gamma_{44} = \gamma_{66}$$
$$\gamma_{12} = \gamma_{23} = \gamma_{34} = \gamma_{45} = \gamma_{56} = \gamma_{61} =$$
$$= \gamma_{21} = \gamma_{32} = \gamma_{43} = \gamma_{54} = \gamma_{65} = \gamma_{16};$$
$$\gamma_{13} = \gamma_{35} = \gamma_{51} = \gamma_{62} = \gamma_{15} = \gamma_{31}$$
$$\gamma_{24} = \gamma_{46} = \gamma_{62} = \gamma_{42} = \gamma_{61} = \gamma_{26}$$
$$\gamma_{25} = \gamma_{11} = \gamma_{63} = \gamma_{52} = \gamma_{41} = \gamma_{36}.$$

Es bleiben also sechs Konstanten übrig. Bei dem Kabel (Fig. 477) war für

$$n = 6, \quad m = 4.$$

Wir nehmen jetzt an, daß das Kabel (Fig. 477) zur Fortleitung der Ströme eines n-phasigen verketteten Systems dient. Der Nullleiter des Systems sei geerdet oder nicht vorhanden, der Mantel soll gleichfalls an Erde liegen. Ist die Spannungskurve sinusförmig, so läßt sich der zeitliche Verlauf der Spannung aller Leiter gegen Erde durch das Vektordiagramm Fig. 479 darstellen[1]). Es ist

$$\left.\begin{aligned} V_{1t} &= E_m \sin(\omega t) = E_m \sin(2\pi \sim t);\ \text{(e. g. s.)} \\ V_{2t} &= E_m \sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{n}\right); \\ V_{3t} &= E_m \sin\left(\omega t + 2 \cdot \frac{2\pi}{n}\right); \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \\ V_{(n-1)t} &= E_m \sin\left\{\omega t + \left(\frac{n-2}{n}\right) 2\pi\right\}; \\ V_{nt} &= E_m \sin\left\{\omega t + (n-1)\frac{2\pi}{n}\right\}; \end{aligned}\right\} \quad . \quad (3)$$

Den Momentanwerten der Spannungen, die durch diese Formeln gegeben sind, entsprechen Ladungen, die sich aus den Gleichungen

$$Q_{1t} = \gamma_{11} \cdot V_{1t} + \gamma_{12} \cdot V_{2t} + \ldots + \gamma_{1n} \cdot V_{nt};\ \text{(e. g. s.)}$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

berechnen.

Der Ladestrom in einem Leiter ist nun bekanntlich gleich der Änderungsgeschwindigkeit der Ladung

$$J_{1t} = \frac{dQ_{1t}}{dt} = \gamma_{11} \cdot \frac{dV_{1t}}{dt} + \gamma_{12} \cdot \frac{dV_{2t}}{dt} + \ldots + \gamma_{1n} \cdot \frac{dV_{nt}}{dt} \quad (4)$$

oder

$$J_{1t} = \gamma_{11} \cdot \omega \cdot E_m \cos(\omega t) + \gamma_{12} \cdot \omega\, E_m \cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{n}\right) + \ldots$$
$$+ \gamma_{1n} \cdot \omega\ E_m \cos\left\{\omega t + (n-1) \cdot \frac{2\pi}{n}\right\}.$$

Die Vektoren:

$$\gamma_{11}\, \omega\, E_m \cos(\omega t);\ \gamma_{12}\, \omega\, E_m \cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{n}\right),$$
$$\ldots;\ \gamma_{1n} \cdot \omega\, E_m \cos\left\{\omega t + (n-1) \cdot \frac{2\pi}{n}\right\}$$

haben eine einfache physikalische Bedeutung. Denken wir uns eine Reihe Kondensatoren von den Kapazitäten

$$\gamma_{11},\ \gamma_{12},\ \ldots\ \gamma_{1n}$$

und legen an diese entsprechend die Spannungen

$$E_m \cdot \sin(\omega t);\ E_m \sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{n}\right);\ \ldots$$
$$E_m \cdot \sin\left\{\omega t + (n-1)\frac{2\pi}{n}\right\};$$

d. h. die Phasenspannungen unseres n-phasigen Systems an, so werden die Ladeströme

$$J_{11} = \gamma_{11} \cdot \omega \cdot E_m \cos(\omega t);$$
$$J_{12} = \gamma_{12}\ \ \omega \cdot E_m \cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{n}\right),$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$J_{1n} = \gamma_{1n} \cdot \omega\, E_m \cdot \cos\left\{\omega t + (n-1) \cdot \frac{2\pi}{n}\right\}$$

betragen. Der Ladestrom J_{1t} des Kabelleiters (1) ist die Summe aller dieser Teilströme. Im Vektordiagramm eilt jeder Strom J_{1p} der entsprechenden Spannung um 90° vor. Daraus ergibt sich das Vektordiagramm (Fig. 480). Da die Konstanten γ paarweise einander gleich sind, so fällt der resultierende Strom J_1 mit

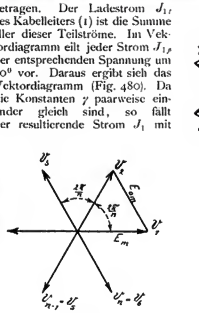


Fig. 479.

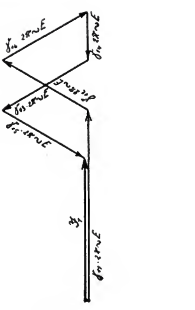


Fig. 480.

$\gamma_{11}\, 2\pi \sim E_m$ in eine Gerade. Der Ladestrom des Leiters (1) eilt der Spannung V_1 um 90° vor.

Berücksichtigt man die Größen der einzelnen Winkel in Fig. 480, so findet man leicht für J_1 den Wert:

$$J_{1t} = \omega E_m \left\{\gamma_{11} + \gamma_{12} \cos\left(2 \cdot \frac{2\pi}{n}\right) + \gamma_{13} \cos\left(2 \cdot \frac{2\pi}{n}\right) + \right.$$
$$\left. \gamma_{14} \cos\left(3 \cdot \frac{2\pi}{n}\right) + \gamma_{15} \cos\left(4 \cdot \frac{2\pi}{n}\right) + \ldots . \right\} \cos \omega t. \quad (5)$$

Setzt man:

$$\gamma = \gamma_{11} + \gamma_{12} \cos\left(\frac{2\pi}{n}\right) + \gamma_{13} \cos\left(2 \cdot \frac{2\pi}{n}\right) + \gamma_{14} \cos\left(3 \cdot \frac{2\pi}{n}\right)$$
$$+ \ldots . + \gamma_{1n} \cos\left((n-1)\frac{2\pi}{n}\right); \quad . \quad . \quad (6)$$

so folgt

$$\left.\begin{aligned} J_{1t} &= \gamma \cdot 2\pi \sim E_m \cos \omega t; \\ J_{2t} &= \gamma \cdot 2\pi \sim E_m \cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{n}\right); \\ J_{3t} &= \gamma \cdot 2\pi \sim E_m \cos\left(\omega t + 2 \cdot \frac{2\pi}{n}\right) \text{ etc.} \end{aligned}\right\} \quad . \quad (7)$$

Der effektive Wert aller Ströme ist:

$$J = \gamma \cdot 2\pi \sim E = \gamma \cdot 2\pi \sim E_m \sqrt{\frac{1}{2}}; \quad . \quad (8)$$

Diese Formel ist aber nichts anderes als die Formel für den Ladestrom eines Kondensators von der Kapazität γ.

Die Zahl γ kann deshalb als »scheinbare Kapazität« des Kabels betrachtet werden. $\gamma_0 = \frac{\gamma}{l}$ ist scheinbare Kapazität des Kabels pro Längeneinheit. Sie ist nur scheinbare Kapazität, weil sie in die Formel (8) eingesetzt nur dann zur Berechnung des Ladestromes benutzt werden kann, wenn folgende Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind:

1. Die Achsen der Kabelleiter bilden die Kanten eines regulären Prismenkörpers.

2. Die Durchmesser aller Leiter sind gleich.

3. Die Verteilung des Dielektrikums ist in bezug auf alle Leiter vollkommen symmetrisch.

[1]) Bei Wechselstrom sprechen wir nicht von dem Potential der Leiter, sondern von ihrer Spannung gegen Erde, da von einem Potential nur bei stationären Zuständen die Rede sein kann.

4. Das Kabel dient zur Fortleitung der Ströme eines n-phasigen verketteten Systems. Die Spannungskurven sind sinusförmig und um $\frac{2\pi}{n}$, $2\cdot\frac{2\pi}{n}$, $3\cdot\frac{2\pi}{n}$, ... gegeneinander verschoben.

Ist auch nur eine von diesen Bedingungen nicht erfüllt, so muß man zur Berechnung der Ladeströme, die jetzt nicht mehr alle gleich sein werden, auf die allgemeinen Formeln (2) zurückgreifen.

Die Zahl γ ist insbesondere auch deshalb **scheinbare** Kapazität, weil sie nur zur Berechnung des Ladestromes bei Wechselspannungen dient. Sind die Leiter des Kabels an irgendwie gewählte konstante Spannungen (Gleichspannungen) angeschlossen, so sind die Ladungen durch die allgemeinen Gleichungen (2) gegeben. Für diese Bestimmung ist die Kenntnis aller $2n+1$ Konstanten γ_{rs} unentbehrlich.

Die Formeln (6) und (8) gelten ebenfalls nicht mehr, wenn man die Kabelleiter und den Mantel zur Fortleitung der Ströme eines $(n+1)$-phasigen Systems benutzt, oder, wenn man zwei Leiter parallel schaltet und das Kabel für ein $(n-1)$-phasiges System gebraucht. Sie gelten auch nicht, wenn bei einem n-Leiter-Kabel, welches zur Fortleitung der Ströme dieses n-phasigen Systems benutzt wird, ein Leiter vollkommenen Erdschluß hat. (Nullleiter des Systems nicht vorhanden.)

Ist beispielsweise der Leiter (1) geerdet, so ist seine Spannung gegen Erde dauernd gleich Null. Die Spannungen aller übrigen Leiter gegen Erde sind durch die Vektoren $V_1, V_2, V_3 \ldots$ (Fig. 481) dargestellt.

Analytisch läßt sich der zeitliche Verlauf der Spannungen der Leiter gegen Erde durch folgende Formeln darstellen, die aus der Fig. 481 leicht abgeleitet werden können:

$$V_{1t} = 0$$

$$V_{2t} = 2E_m \sin\frac{\pi}{n}\cdot\sin\left(\omega t + \frac{n+2}{2n}\pi\right);$$

$$V_{3t} = 2E_m \sin\frac{2\pi}{n}\cdot\sin\left(\omega t + \frac{n+4}{2n}\pi\right);$$

$$V_{4t} = 2E_m \sin\cdot\frac{3\pi}{n}\sin\left(\omega t + \frac{n+6}{2n}\pi\right);$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$V_{nt} = 2E_m \sin\frac{(n-1)\pi}{n}\cdot\sin\left(\omega t + \frac{3n-2}{2n}\pi\right);$$

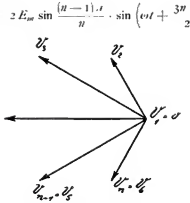


Fig. 481.

Der Ladestrom des Leiters (1) ergibt sich aus der Formel (4) zu

$$J_{1t} = \gamma_{12}\cdot\frac{dV_{2t}}{dt} + \gamma_{13}\frac{dV_{3t}}{dt}\ldots + \gamma_{1n}\frac{dV_{nt}}{dt} = \gamma_{12}\cdot\omega\cdot 2E_m\sin\frac{\pi}{n}\cos\left(\omega t + \frac{n+2}{2n}\pi\right) + \gamma_{13}\cdot\omega\, 2E_m\sin\frac{2\pi}{n}\cdot\cos\left(\omega t + \frac{n+4}{2n}\pi\right) + \ldots + \gamma_{1n}\,\omega\, 2E_m\sin\frac{(n-1)\pi}{n}\cos\left(\omega t + \frac{3n-2}{2n}\pi\right).$$

Daraus ergibt sich das Vektordiagramm (Fig. 482). Da die Konstanten γ paarweise einander gleich sind, so steht der resultierende Strom normal auf der Winkelhalbierenden der Vektoren V_3 und V_5, oder V_2 und V_6 usw.

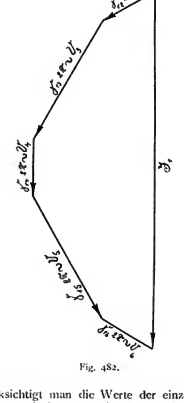


Fig. 482.

Berücksichtigt man die Werte der einzelnen Winkel in Fig. 482, so findet man mit $n = 2p+1$ leicht.

$$J_{1t} = \left\{\gamma_{12}\cdot\omega\cdot 4E_m\sin^2\frac{\pi}{n} + \gamma_{13}\cdot\omega\cdot 4E_m\cdot\sin^2\frac{2\pi}{n} + \ldots\right\}\sin\left(\omega t + 3\frac{\pi}{2}\right).$$

Setzt man

$$\gamma' = \gamma_{12}\cdot 4\sin^2\frac{\pi}{n} + \gamma_{13}\cdot 4\sin^2\frac{2\pi}{n} + \gamma_{14}\cdot 4\sin^2\frac{3\pi}{n} + \ldots + \gamma_{1,p+1}\cdot 4\sin^2\frac{p\pi}{n};$$

so folgt:

$$J_1 = \gamma'\omega E_m\cdot\sin\left(\omega t + \frac{3\pi}{2}\right) = \gamma'\cdot 2\pi\sim\cdot E_m\sin\left(\omega t + \frac{3\pi}{2}\right).$$

Der effektive Wert des Stromes ist

$$J_1 = \gamma'\cdot 2\pi\sim E.$$

Offenbar ist γ' von γ verschieden.

Die Ladeströme der Leiter (2) bis (n) lassen sich in der Form

$$J = \text{const.}\ 2\,\pi \backsim E$$

überhaupt nicht darstellen.

Ist die Reihenfolge der Phasen anders als in (3) vorausgesetzt, so erhält die Konstante γ einen andern Wert, oder die Formel (8) gilt nicht mehr. Kehrt sich jedoch die Reihenfolge der Phasen einfach um, so gelten die Formeln (6) und (8) ohne Änderung.

Nehmen wir jetzt an, daß die Bedingungen (1) bis (4) erfüllt sind. Der Ladestrom im Leiter (1) eilt der Phasenspannung V_1 um 90° vor und ist aus der Gleichung

$$J_1 = \gamma \cdot 2\,\pi \backsim E \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

zu berechnen.

E ist stets die Phasenspannung des Systems.

Natürlich sind die Ladeströme in allen anderen Leitungen dem Strom J_1 gleich. Sie eilen den ihnen entsprechenden Phasenspannungen um 90° vor.

Um die scheinbare Kapazität experimentell zu bestimmen, hat man wie folgt vorzugehen.

Man schließt die Kabelleiter an die Zuleitungen eines n-phasigen Systems in der in (3) gegebenen Reihenfolge an, mißt die Spannung zwischen 2 Leitern E_0 (verkettete Spannung) und den Strom J. Die Spannungskurven sollen tunlichst sinusförmig sein.

Die Phasenspannung berechnet sich nach der Fig. 479 zu

$$E_m = \frac{E_{0m}}{2} \cdot \frac{1}{\sin \frac{\pi}{n}};$$

mithin auch

$$E = \frac{E_0}{2} \cdot \frac{1}{\sin \frac{\pi}{n}}.$$

Wir erhalten also

$$\gamma = \frac{J}{2\,\pi \backsim \frac{E_0}{2} \cdot \frac{1}{\sin \frac{\pi}{n}}} = \frac{J \sin \frac{\pi}{n}}{\pi \backsim E_0} \text{ (e. g. s.)} \quad . \quad (9)$$

In den Entwicklungen dieses Kapitels waren alle Größen im absoluten elektrostatischen Maßsystem ausgedrückt. Demnach ist γ in der Formel (9) »scheinbare Kapazität« ausgedrückt in cm. Ist die Kabellänge gleich l cm, so beträgt die scheinbare Kapazität pro 1 cm Kabellänge, die wir wie früher mit γ_0 bezeichnen,

$$\gamma_0 = \frac{\gamma}{l} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9a)$$

Sie ist eine reine Zahl.

Setzt man in die Formeln (9) und (9a) E_0 in Volt, J in Amp., l in km ein, so erhält man γ in Farad, γ_0 die scheinbare Kapazität pro km Kabellänge in $\frac{\text{Farad}}{\text{km}}$.

3. Verseilte Zweileiterkabel.

Nach diesen allgemeinen Entwicklungen gehen wir jetzt zur Betrachtung einzelner praktisch wichtiger Kabelarten über.

Man könnte durch Einsetzen von $n = 2, 3, 4$ usw. in die Gleichung (5) die für die jetzt kommenden Spezialfälle gültigen Formeln ohne weiteres ableiten. Wir ziehen es aber vor, von den allgemeinen Gleichungen (2bis) auszugehen.

Als erstes Beispiel betrachten wir ein verseiltes Zweileiterkabel (Fig. 483).

Wir setzen wie immer voraus, daß die Leiter gleiche Durchmesser haben und daß das Dielektrikum in bezug auf diese Leiter symmetrisch verteilt ist. Spannungen der Leiter gegen Erde nehmen wir zunächst als konstant an und bezeichnen sie mit V_1, V_2, die Ladungen seien Q_1, Q_2. Potential des Mantels sei V_0. Die Länge des Kabels sei gleich l cm.

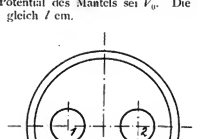


Fig. 483.

Die allgemeinen Gleichungen gehen jetzt über in

$$\left.\begin{aligned} Q_1 &= \gamma_{11}(V_1 - V_0) + \gamma_{12}(V_2 - V_0) \\ Q_2 &= \gamma_{21}(V_1 - V_0) + \gamma_{22}(V_2 - V_0) \end{aligned}\right\} \gamma_{12} = \gamma_{21} \quad . \quad (10)$$

Aus der Symmetrie der Anordnung folgt

$$\gamma_{11} = \gamma_{22}.$$

Die Kapazitätseigenschaften des Kabels sind durch zwei Konstanten γ_{11} und γ_{12} eindeutig gegeben.

Ist der Mantel geerdet, und sind die beiden Leiter isoliert und an die Klemmen einer Wechselstrommaschine mit sinusförmiger Spannungskurve angeschlossen, so hat man

$$V_{0t} = 0$$

$$V_{1t} = V_t = \frac{1}{2} E_m \cdot \sin(\omega t)$$

$$V_{2t} = -V_t = -\frac{E_m}{2} \sin \omega t.$$

E_m ist der Maximalwert, $E = E_m \frac{1}{2}\sqrt{2}$ der Effektivwert der Wechselspannung.

Die Formeln (10) geben jetzt

$$\left.\begin{aligned} Q_{1t} &= \gamma_{11} V_{1t} + \gamma_{12} \cdot V_{2t} = (\gamma_{11} - \gamma_{12})\, V_t \\ Q_{2t} &= \gamma_{22} \cdot V_{2t} + \gamma_{21} \cdot V_{1t} = -(\gamma_{11} - \gamma_{12})\, V_t \end{aligned}\right\} \quad (10^{bis})$$

Führen wir die Bezeichnung

$$\gamma = \frac{1}{2}(\gamma_{11} - \gamma_{12})$$

ein, so erhalten wir

$$Q_{1t} = 2\gamma V_t = \gamma E_m \sin \omega t$$

$$Q_{2t} = -2\gamma V_t = -\gamma E_m \sin \omega t$$

und

$$J_{1t} = \frac{d\,Q_{1t}}{dt} = \gamma \cdot \omega \cdot E_m \cos \omega t = \gamma \cdot 2\,\pi \backsim \cdot E_m \cos \omega t$$

$$J_{2t} = \frac{d\,Q_{2t}}{dt} = -\gamma \cdot 2\,\pi \backsim E_m \cos \omega t = -J_{1t}.$$

Der effektive Wert des Stromes

$$J = \gamma \cdot 2\,\pi \backsim \cdot E. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

$$\gamma = \frac{1}{2}(\gamma_{11} - \gamma_{12}) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

ist unter den eingangs erwähnten Bedingungen die »Betriebskapazität« eines verseilten Zweileiterkabels.

Wie wir im Abschnitt 2 ausführlich dargetan haben, gilt der Wert der scheinbaren Kapazität (12) nur, wenn die Spannungskurve sinusförmig ist. Diese Beschränkung fällt indes bei einem Zweileiterkabel nach Fig. 483 fort. Tatsächlich gelten die Formeln (10bis)

$$Q_{1t} = 2\gamma' \cdot 1'_{1t} = \gamma' \cdot 2\,l'_1; \qquad J_{1t} = \frac{dQ_{1t}}{dt} = \gamma' \cdot \frac{d\,2\,l'_1}{dt}$$

$$Q_{2t} = 2\gamma' \cdot 1'_{2t} = -\gamma' \cdot 2\,l'_1; \qquad J_{2t} = -J_{1t},$$

wo $2\,l'_1$ der Momentwert der Klemmenspannung ist, unabhängig von dem zeitlichen Verlauf von $2\,l'_1$.

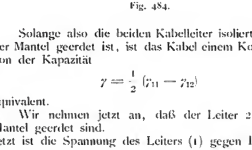


Fig. 484.

Solange also die beiden Kabelleiter isoliert sind und der Mantel geerdet ist, ist das Kabel einem Kondensator von der Kapazität

$$\gamma = \frac{1}{2}(\gamma_{11} - \gamma_{12})$$

äquivalent.

Wir nehmen jetzt an, daß der Leiter 2 und der Mantel geerdet sind.

Jetzt ist die Spannung des Leiters (1) gegen Erde:

$$1'_{1t} = 2\,l'_1 = E_m \sin \omega t,$$

die Spannung des Leiters (2) $1'_{2t} = 0$,

» » » Mantels $1'_{0t} = 0$.

Wir erhalten also:

$$Q_{1t} = \gamma_{11} \cdot 2\,l'_1 = \gamma_{11} \cdot E_m \sin \omega t$$

$$Q_{2t} = \gamma_{12} \cdot 2\,l'_1 = \gamma_{12} E_m \sin \omega t$$

$$J_{1t} = \frac{dQ_{1t}}{dt} = \gamma_{11} \cdot 2\pi \sim \cdot E_m \cos \omega t$$

$$J_2 = \frac{dQ_{2t}}{dt} = \gamma_{12} \cdot 2\pi \sim \cdot E_m \cos \omega t.$$

Die beiden Ladeströme sind nicht gleich. Dieses Ergebnis erklärt sich, wenn man bedenkt, daß jetzt auch der Mantel einen Ladestrom führt. Wie wir wissen, ist die auf der Innenfläche des Mantels befindliche Ladung der Summe aller Innenladungen entgegengesetzt gleich.

$$Q_{0t} = -(Q_{1t} + Q_{2t}) = -(\gamma_{11} + \gamma_{12})\,2\,l'_1$$

$$J_{0t} = \frac{dQ_{0t}}{dt} = -(\gamma_{11} + \gamma_{12})\,2\pi \sim E_m \cdot \cos \omega t$$

$$J_{1t} + J_{2t} + J_{0t} = 0.$$

Legt man den Stromzeiger, wie die Fig. 484 zeigt, in den Leiter (1), so mißt man den Ladestrom.

$$J_t = \gamma_{11} \cdot 2\pi \sim E_m \cos \omega t - \gamma' \cdot 2\pi \sim E_m \cos \omega t$$

$\gamma' = \gamma_{11}$ ist als »scheinbare Kapazität« unseres Kabels zu betrachten.

Als letztes Beispiel nehmen wir endlich an, daß eine Klemme eines Wechselstromgenerators an die beiden Leiter, die andere an den Bleimantel und an die Erde angeschlossen ist. In diesem Falle hängt wie offenbar

$$1'_{1t} = 1'_{2t} = E_m \sin \omega t$$

$$1'_{0t} = 0$$

$$Q_{1t} = \gamma_{11} E_m \sin \omega t + \gamma_{12} E_m \sin \omega t$$

$$Q_{2t} = (\gamma_{11} + \gamma_{12}) E_m \sin \omega t$$

$$J_{1t} = \frac{dQ_{1t}}{dt} = (\gamma_{11} + \gamma_{12}) \cdot 2\pi \sim \cdot E_m \cos \omega t$$

$$J_{2t} = \frac{dQ_{2t}}{dt} = (\gamma_{11} + \gamma_{12}) \cdot 2\pi \sim \cdot E_m \cos \omega t = J_{1t}$$

Der Gesamtstrom J_t, der von dem nach Fig. 485 geschalteten Stromzeiger angegeben wird, ist

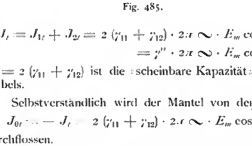


Fig. 485.

$$J_t = J_{1t} + J_{2t} = 2(\gamma_{11} + \gamma_{12}) \cdot 2\pi \sim \cdot E_m \cos(\omega t)$$
$$= \gamma'' \cdot 2\pi \sim \cdot E_m \cos(\omega t)$$

$\gamma'' = 2(\gamma_{11} + \gamma_{12})$ ist die »scheinbare Kapazität« unseres Kabels.

Selbstverständlich wird der Mantel von dem Strom

$$J_{0t} = -J_t = -2(\gamma_{11} + \gamma_{12}) \cdot 2\pi \sim \cdot E_m \cos(\omega t)$$

durchflossen.

Wir bemerken noch, daß bei der Berechnung der Betriebskapazität γ und der »scheinbaren Kapazitäten«: γ', γ'' in der Formel (11) für E die Spannung des Wechselstromnetzes einzusetzen ist. Bei allgemeinen n-Leiterkabeln setzen wir indes für E immer die Phasenspannung des Systems ein.

Offenbar sind die »Kapazitäten« γ, γ', γ'', von einander verschieden.

»Die scheinbare Kapazität« eines verseilten Zweileiterkabels ist keine eindeutig bestimmte Größe; sie nimmt je nach der Schaltung verschiedene Werte an.

4. Verseilte Dreileiterkabel.

Als zweites Beispiel betrachten wir jetzt ein Dreileiterkabel (Fig. 486).

Wir setzen, wie immer, voraus, daß die Kabelleiter gleiche Durchmesser haben, und daß die Verteilung des Dielektrikums in bezug auf alle Leiter symmetrisch ist.

Die Spannungen der Leiter gegen Erde nehmen wir zunächst unveränderlich an und bezeichnen sie mit $1'_1$, $1'_2$, $1'_3$. Die Ladungen der Leiter seien Q_1, Q_2, Q_3. Das Potential des Mantels sei $1'_0$. Die allgemeinen Gleichungen (2bis) gehen jetzt über in:

$$\left.\begin{aligned} Q_1 &= \gamma_{11}(1'_1 - 1'_0) + \gamma_{12}(1'_2 - 1'_0) \\ &\quad + \gamma_{13}(1'_3 - 1'_0); \\ Q_2 &= \gamma_{22}(1'_2 - 1'_0) + \gamma_{21}(1'_1 - 1'_0) \\ &\quad + \gamma_{23}(1'_2 - 1'_0); \\ Q_3 &= \gamma_{33}(1'_3 - 1'_0) + \gamma_{31}(1'_1 - 1'_0) \\ &\quad + \gamma_{32}(1'_2 - 1'_0); \end{aligned}\right| \begin{aligned} \gamma_{11} &= \gamma_{33} \\ \gamma_{12} &= \gamma_{21} \\ \gamma_{21} &= \gamma_{22} \end{aligned} \quad \cdots \quad (13)$$

Aus der Symmetrie der Anordnung folgt

$$\gamma_{11} = \gamma_{22} = \gamma_{33}\ \ \gamma_{12} = \gamma_{13} = \gamma_{23} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

Die Kapazitätseigenschaften des Kabels sind durch zwei Konstanten

$$\gamma_{11} \text{ und } \gamma_{12}$$

eindeutig gegeben.

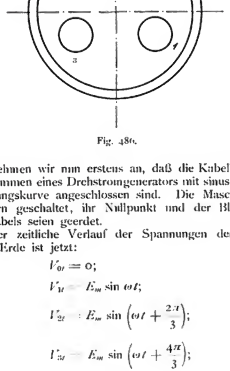


Fig. 486.

Nehmen wir nun erstens an, daß die Kabelleiter an die Klemmen eines Drehstromgenerators mit sinusförmiger Spannungskurve angeschlossen sind. Die Maschine sei in Stern geschaltet, ihr Nullpunkt und der Bleimantel des Kabels seien geerdet.

Der zeitliche Verlauf der Spannungen der Leiter gegen Erde ist jetzt:

$$V_{0t} = 0;$$

$$V_{1t} = E_m \sin \omega t;$$

$$V_{2t} = E_m \sin \left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right);$$

$$V_{3t} = E_m \sin \left(\omega t + \frac{4\pi}{3}\right);$$

$$V_{1t} + V_{2t} + V_{3t} = 0.$$

Aus (13) und (14) folgt nun

$$Q_{1t} = \gamma_{11} V_{1t} + \gamma_{12} (V_{2t} + V_{3t}) = \gamma_{11} V_{1t} - \gamma_{12} V_{1t} = (\gamma_{11} - \gamma_{12}) V_{1t};$$

$$Q_{2t} = (\gamma_{11} - \gamma_{12}) V_{2t};$$

$$Q_{3t} = (\gamma_{11} - \gamma_{12}) V_{3t}.$$

Bezeichnen wir $\gamma_{11} - \gamma_{12}$ mit γ, so erhalten wir

$$\left.\begin{aligned} Q_{1t} &= \gamma V_{1t} = \gamma E_m \sin \omega t; \\ Q_{2t} &= \gamma V_{2t} = \gamma E_m \sin \left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right) \\ Q_{3t} &= \gamma V_{3t} = \gamma E_m \sin \left(\omega t + \frac{4\pi}{4}\right) \end{aligned}\right| \quad . \quad (14^{bis});$$

E_m ist der Maximalwert der Phasenspannung. Die Ladeströme sind

$$J_{1t} = \frac{d Q_{1t}}{dt} = \gamma \cdot 2\pi \sim \cdot E_m \cos \omega t;$$

$$J_{2t} = \frac{d Q_{2t}}{dt} = \gamma \cdot 2\pi \sim \cdot E_m \cos \left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right);$$

$$J_{3t} = \frac{d Q_{3t}}{dt} = \gamma \cdot 2\pi \sim E_m \cos \left(\omega t + \frac{4\pi}{3}\right).$$

Ist E der Effektivwert der Phasenspannung, so finden wir für den Effektivwert der Ladeströme die Formel

$$J = \gamma \cdot 2\pi \sim \cdot E \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

$$\gamma = \gamma_{11} - \gamma_{12} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16)$$

ist die Betriebskapazität unseres Drehstromkabels.

Die Ladeströme sind einander gleich; sie eilen den entsprechenden Phasenspannungen um 90° vor.

Die Formeln (15, 16) gelten nur, solange die Spannungen sinusförmig sind. Wir werden bald sehen, wie die Ladeströme zu berechnen sind, wenn die Spannung beliebige Kurvenform hat.

Wir nehmen jetzt zweitens an, daß ein Leiter, z. B. der Leiter (1) und der Mantel geerdet sind.

Es ist jetzt, wie aus Fig. 487 hervorgeht,

$$V_{1t} = V_{0t} = 0;$$

$$V_{2t} = E_m \sqrt{3} \sin \left(\omega t + \frac{5\pi}{6}\right) = E_m \sqrt{3} \sin (\omega t + 150^0);$$

$$V_{3t} = E_m \sqrt{3} \sin \left(\omega t + \frac{7\pi}{6}\right) = E_m \sqrt{3} \sin (\omega t + 210^0);$$

$$Q_{1t} = \gamma_{12} V_{2t} + \gamma_{13} V_{3t} = \gamma_{12} (V_{2t} + V_{3t})$$

$$= \gamma_{12} \cdot 3 E_m \sin (\omega t + \pi);$$

$$Q_{1t} = -3 \gamma_{12} \cdot E_m \sin (\omega t).$$

Führen wir die Bezeichnung

$$\gamma' = -3\gamma_{12}$$

ein, so finden wir

$$Q_{1t} = \gamma' \cdot E_m \sin (\omega t);$$

$$J_{1t} = \frac{d Q_{1t}}{dt} = \gamma' \cdot 2\pi \sim \cdot E_m \cos (\omega t).$$

Die »scheinbare Kapazität« des Leiters (1) ist jetzt

$$\gamma' = -3\gamma_{12}$$

und nicht, wie in dem zuerst betrachteten Falle

$$\gamma = \gamma_{11} - \gamma_{12}$$

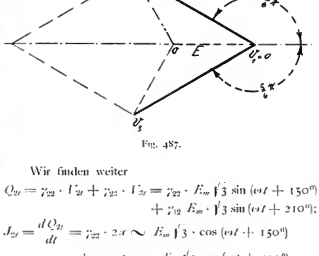


Fig. 487.

Wir finden weiter

$$Q_{2t} = \gamma_{22} \cdot V_{2t} + \gamma_{23} \cdot V_{3t} = \gamma_{22} \cdot E_m \sqrt{3} \sin (\omega t + 150^0) + \gamma_{12} E_m \cdot \sqrt{3} \sin (\omega t + 210^0);$$

$$J_{2t} = \frac{d Q_{2t}}{dt} = \gamma_{22} \cdot 2\pi \sim E_m \sqrt{3} \cdot \cos (\omega t + 150^0) + \gamma_{12} \cdot 2\pi \sim E_m \sqrt{3} \cos (\omega t + 210^0)$$

$$= J_{2t}^{(1)} + J_{2t}^{(2)},$$

Im allgemeinen steht jetzt J_2 auf V_2 nicht mehr senkrecht.

In ähnlicher Weise kann man auch J_2 ermitteln.

Aus diesem Beispiel sehen wir wieder, daß die Formel

$$J = 2\,\pi \sim \gamma E,$$

wo γ die »scheinbare Kapazität« ist, nur eine beschränkte Gültigkeit hat. Die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit dieser Formel haben wir im Abschnitt 2 gegeben.

(Fortsetzung folgt.)

Kleine Nachrichten.

Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

Das Kraftwerk der Abwässeranlage von Chicago. Eine der größten amerikanischen Kraftübertragungsanlagen, deren Leistung im vollen Ausbau 40 000 PS betragen wird, errichtet das Gesundheitsamt von Chicago in der Nähe von Lockport in Illinois. Das Kraftwerk liegt 50 km südwestlich von Chicago und etwa 3 km südlich von Lockport. Die über den Bedarf der Abwässeranlage überschießende Leistung von etwa 10 000 PS soll zu einem sehr niedrigen Preise an andere Verbraucher abgegeben werden. Zu diesem Zwecke will das Gesundheitsamt Fabrikbauland am Kanal verkaufen, der Wasser für die verschiedenen Industriezweige liefert. Der Abwasserkanal wurde aus sanitären Rücksichten angelegt und erstreckt sich gegenwärtig bis Lockport. Der Hauptzweck ist, die Verunreinigung des Michigansees durch die Abwässer von Chicago zu vermeiden. Die Kosten, die dem Gesundheitsamt im vergangenen Jahrzehnt aus den Bau- und Erhaltungsarbeiten des Kanales erwuchsen, beliefen sich auf mehr als M. 200 Mill. Durch das in Ausführung begriffene Kraftwerk soll die im Kanal strömende große Wassermenge nutzbar gemacht werden. Fig. 488 stellt das im Bau begriffene Kraftwerk dar, Fig. 489 den Turbinensaal mit den 6000 PS-Turbinen, die mit einem nutzbaren Gefälle von 10 m arbeiten, und Fig. 490 einen der acht 4000 KW-Drehstromgeneratoren, die mit den Turbinen direkt gekuppelt sind. Der gegenwärtige Ausbau umfaßt vier Maschinensätze und zwei Erregermaschinen; die übrigen Sätze werden später nach Bedarf aufgestellt. Das Gebäude des Kraftwerkes ist durchaus feuersicher in Eisen und Beton ausgeführt und auf gewachsenem Felsen gegründet. Es ist 115 m lang, 21 m breit und 14 m hoch und bildet zugleich das Stauwehr. Östlich davon befindet sich die Schleuse für die Schiffahrt, die die größten Flußdampfer aufnehmen kann und deren Betondämme am Unterhaupt 16 m hoch sind. Zum Schutz des Einlaufs vor Treibeis ist ein Betonrechen vor-

Fig. 488. Äußeres des Kraftwerkes der Abwässeranlage in Chicago.

Fig. 489. Blick ins Innere des Kraftwerkes mit den Turbinen.

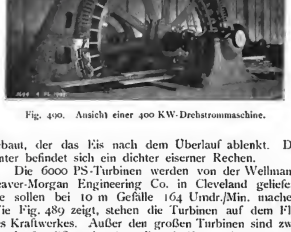


Fig. 490. Ansicht einer 400 KW-Drehstrommaschine.

gebaut, der das Eis nach dem Überlauf ablenkt. Dahinter befindet sich ein dichter eiserner Rechen.

Die 6000 PS-Turbinen werden von der Wellmann-Seaver-Morgan Engineering Co. in Cleveland geliefert. Sie sollen bei 10 m Gefälle 164 Umdr./Min. machen. Wie Fig. 489 zeigt, stehen die Turbinen auf dem Flur des Kraftwerkes. Außer den großen Turbinen sind zwei von je 600 PS vorhanden, die mit Erregerdynamos von je 250 KW gekuppelt sind. Die 4000 KW-Drehstrommaschinen (Fig. 490), werden von der Coocker-Wheeler Co. in Amp.; N. J. gebaut. Sie besitzen 44 Pole und liefern Drehstrom von 6600 Volt Spannung und 60 Perioden. Für die Übertragung nach dem 50 km entfernten Unterwerk in Chicago wird der Drehstrom auf 44 000 Volt transformiert, während die Verteilungsspannung in Chicago 12 000 Volt beträgt. Das Unterwerk ist 37 m lang, 21 m breit und 13 m hoch. Es liegt an der West Avenue und ist mit den üblichen Meßinstrumenten und Schaltapparaten ausgerüstet. Die Transformatoren, Fabrikat der General Electric Co., sind ölgekühlt. Der Strom wird für Kraft und Lichtzwecke an Privatabonnenten und zur Straßenbeleuchtung der Stadt Chicago abgegeben.

Die Fernleitung vom Kraftwerk in Lockport nach dem Unterwerk in Chicago besteht aus je zwei Aluminiumleitungen, die auf Hochspannungsisolatoren und eisernen 20 m hohen Masten und Betonfüßen verlegt sind. Die Anschaffungskosten der gesamten Kraftanlage übersteigen M. 12 Mill. Die Verhältnisse liegen jedoch dort so günstig, daß man den Strom trotzdem billig abgeben kann. Dazu kommt, daß die Wasserkraft das ganze Jahr hindurch ohne Unterbrechung zur Verfügung steht, und daß bei der Sorgfalt, die auf dem Bau der Anlage verwendet wurde, auch Betriebsstörungen kaum vorkommen werden. Der Entwurf und die Bauleitung der Anlage lag in den Händen von B. Elicott, dem Elektroingenieur des Gesundheitsamtes. Frank C. Perkins.

Allgemeines.

Am 11. April fand auf der Schwebebahn Barmen—Elberfeld—Vohwinkel ein **Zusammenstoß** durch Auffahren eines Leerzuges auf einen Betriebszug in der Station Rathausbrücke statt, bei dem fünf Fahrgäste leicht verletzt wurden und eine Betriebsstörung von reichlich fünf Stunden entstand. Der Unfall ist zurückzuführen auf Nichtbeachtung der Betriebsvorschriften durch den Führer des Leerzuges und den Stationsbeamten der Haltestelle Adlerbrücke.

Der Zug Nr. 7 fuhr von Station Breitestraße, da die Druckluftbremse nach Angabe des Führers nicht zuverlässig arbeitete, nachdem die Fahrgäste abgesetzt waren, in der Richtung Rittershausen weiter. Zwischen den Stationen Loherbrücke und Adlerbrücke wurde dem Führerwagen des Zuges 7 der vordere Kontaktschuh abgestreift, vermutlich infolge zu schnellen Fahrens. Infolge dieses Umstandes schaltete Zug 7 das Signallicht in Adlerbrücke nicht ein. Es ist nämlich auf der Schwebebahn zum Zwecke der Stromersparnis die Einrichtung getroffen, daß die Signallichter durch den ankommenden Zug erst dann eingeschaltet werden, wenn der Zug in Sichtweite des Signals gekommen ist. Nach den Betriebsvorschriften hat in diesem Falle der Führer die Pflicht, durch den Schaffner bei dem Stationswärter anzufragen, ob die vorausliegende Blockstrecke frei ist. Der Stationswärter von Adlerbrücke hat dem Führer des Zuges 7 die schriftliche Fahrterlaubnis erteilt, ohne sich von dem Freisein der vorliegenden Blockstrecke überzeugt zu haben. Der Führer des Zuges 7 ist dann mit seinem Leerzuge weitergefahren, und zwar mit der normalen Betriebsgeschwindigkeit. Scheinbar hat er auch angenommen, daß infolge des Aufenthaltes in Adlerbrücke ein Halten an Rathausbrücke nicht nötig sein würde. Nun befindet sich die Station Rathausbrücke hinter einer scharfen Kurve. Der Anfang der Station ist erst etwa 30 m vorher sichtbar. Der Zug 7 fuhr vorschriftswidrig mit unverminderter Geschwindigkeit, als plötzlich am Ende der engen Kurve in etwa 30 m Entfernung die Station Rathausbrücke mit einem darin haltenden Zug sichtbar wurde. Bei dem Versuch nun, den Zug 7 zum Stehen zu bringen, hatte der Führer unbedachterweise zunächst die beschädigte Luftdruckbremse zu benutzen versucht, während an der betriebsfähigen Handbremse sein Schaffner stand, welcher allerdings die Handbremse nach Kräften anzog, als er den Zug 6 vor sich bemerkte. Die Entfernung war aber zu kurz, um den mit großer Geschwindigkeit fahrenden Zug 7 zum Stehen zu bringen. Bei dem Zusammenstoß wurden die Stirnwände des Vorderwagens vom Zug 7 und des Hinterwagens vom Zug 6 stark beschädigt, die Kuppelstangen zwischen den Wagen verbogen und ein Drehgestell des Hinterwagens vom Zug 6 ausgehoben, so daß sich die Radflanschen neben die Schiene stellten, jedoch blieben beide Züge am Gleis hängen. Der Unfall hat demnach mit dem Schwebebahnsystem nichts zu tun.

Erfolge deutscher Maschinenbaukunst. Bei einer von R. Wolf, Magdeburg—Buckau, neu konstruierten 100 pferdigen Patent-Heißdampflokomobile mit Kolbenschiebersteuerung, Bauart Wolf, hat Geheimer Baurat Prof. M. F. Gutermuth, Darmstadt, bei einem siebenstündigen Versuche einen Kohlenverbrauch von **0,473 kg** und einen Dampfverbrauch von 3,93 kg pro eff. PS und Stunde ermittelt. Mit diesen Ergebnissen ist es der deutschen Industrie gelungen, einen neuen Weltrekord aufzustellen.

Zuschriften an den Herausgeber.

(Abgedruckt ohne Verantwortlichkeit des Herausgebers.)

Im Heft 15 veröffentlicht Herr Cronbach einige Bemerkungen über meine im Heft 1 gebrachte Rundschau gemacht habe, welche sich ausschließlich mit europäischen Ausführungen beschäftigt hat. Naturgemäß habe ich auch meine Bemerkungen auf europäische Ausführungen bezogen, umsomehr, da die Verschiedenheit der Grundverhältnisse der Bahnen eine gesonderte Behandlung der Entwicklung des elektrischen Vollbahnbetriebes in Europa und in Amerika vollkommen rechtfertigt.

Was die von Herrn Cronbach vorausgesetzten Rechnungsfehler in der Leistung der Lokomotiven anbetrifft, kann ich ihn beruhigen, daß die bei der Italienischen Westinghouse-Gesellschaft bestellten 40 elektrischen Lokomotiven die von mir angegebene Leistung auswiegen können, indem bei der Fahrt mit 45 Kilometer Geschwindigkeit die zwei Motoren parallel geschaltet arbeiten (siehe: D.R.P. 176418) und zusammen die angegebenen 2000 PS leisten.

Budapest, am 2. Juli 1908.

Béla Valatin.

Neue Bücher.

Die Organisation der Fabrikbetriebe. 3. Aufl. Von Albert N. P. Johanning. Braunschweig 1908, Friedrich Vieweg & Sohn. Geb. M. 3.

Die erste Auflage des Buches von Johanning war mir in guter Erinnerung. Sie brachte eine Formularsammlung mit erläuterndem Text, welche im Jahre 1901 als gut bezeichnet werden konnte. Vom Jahre 1901 bis 1908 sind nun die Ansprüche an die einschlägige Literatur wesentlich gestiegen; wohl infolgedessen hat auch Johanning die Aufgaben seines Buches höher geschraubt: er gibt in seinem Vorwort zur dritten Auflage einige Ausführungen über die z. Z. so aktuelle Frage der »Technik und Wirtschaft« und sagt dann wörtlich folgendes:

»Wenn meine Monographie dieser Auffassung mehr und mehr die Wege bahnt, dann hat sie bereits ein gutes Teil der beabsichtigten Aufgabe erfüllt.«

Hierzu kann ich nur bemerken, daß wir Ingenieure an ein bahnbrechendes Werk doch wesentlich höhere Anforderungen stellen, als sie die dritte Auflage des Buches von Johanning erfüllt: wenn das Buch seinem Titel voll gerecht werden will, d. h. wenn es nicht »die Organisation einer Fabrik«, sondern »die Organisation der Fabrikbetriebe« sein soll, dann ist an demselben manches auszusetzen. In dieser Hinsicht sollen an dieser Stelle einige Punkte mitgeteilt werden.

Johanning teilt sein Buch in drei Abschnitte: Kaufmännische, Technische und Allgemeine Organisation. Nun rechnet Johanning das Montagewesen zur kaufmännischen und die Fabriksparkassen zur technischen Organisation, was doch nicht zu verstehen ist. Die Ausführungen über die Kalkulation sind als dürftig zu bezeichnen, wenn man berücksichtigt, welches große Interesse gerade zurzeit diesem Gebiete entgegengebracht wird; dürftig sind auch die wenigen Angaben über das Kartensystem. Der Abschnitt »Technische Organisation« umfaßt im Text im ganzen nur elf Seiten, und von diesen entfallen noch vier auf die

Fabrikspark assen: daß man von den übrigbleibenden sieben Seiten nicht die Lösung aller wichtigen Fragen der technischen Organisation, z. B. der des Verhältnisses zwischen Konstruktionsbureau und Werkstatt, erwarten kann, ist selbstverständlich. In dem Abschnitt »Allgemeine Organisation« findet man über die Schreibmaschine fast zwei Seiten, über die Registratur nur sieben Zeilen. Johanning tritt für englische Bureauzeit ein; die Schwierigkeiten aber, die sich aus verschiedenen Dienstzeiten für Bureau und Werkstatt bei gewissen Fabrikbetrieben ergeben können, streift er nicht einmal. Schulte.

Die Explosions-Gasturbine als Reaktionsturbine in Theorie und Konstruktion. Von Dr. Wegner-Dallwitz, Physiker und Dipl.-Ing. in Heidelberg. Mit 8 Abbildungen. Rostock i. M., Verlag von C. J. E. Volkmann Nachfolger. Preis M. 1,50.

Die vom Verfasser behandelte Turbine ist ihrem Wesen nach das allgemein bekannte Rad nach Segner. Dem Schema des Verfassers nach, — treten Gas und Luft in das Rad durch die nahe an der Turbinenachse angeordneten Öffnungen; unter der Einwirkung der Zentrifugalkraft soll das Gemisch auf einen hohen Druck komprimiert und dabei bis zu einer so hohen Temperatur erwärmt werden, welche zur Selbstzündung ausreicht. Die durch die Verbrennung des Gemisches entstandene Wärmeenergie will der Verfasser der Broschüre mittels Laval-Düsen in kinetische Energie umsetzen. Die Düsen sind auf dem äußeren Umfange des Rades so angeordnet gedacht, daß ihre Achsen mit der Richtung der Umfangsgeschwindigkeit zusammenfallen, wobei die Gase in der Radumdrehung entgegengesetzter Richtung ausströmen. Die empfohlene Turbine ist also eine Reaktionsturbine.

Da sich der Verfasser zur Aufgabe gestellt hat: ... »der Werkstatt ausführbare Baupläne zu überreichen und die theoretischen Schwierigkeiten aus dem Wege zu räumen« (Vorwort), so führt er die elementare thermodynamische Berechnung der Kompressionsarbeit des Gemisches, der bei der Verbrennung entstandenen Wärmemenge, sowie auch der möglichen Leistung der Turbine durch. Der zur Lösung dieser Aufgabe gewählte Gedankengang ist sehr lang und kompliziert; die Terminologie des Verfassers ist sehr eigenartig; die Aufgabe aber ist nicht zureichend streng gelöst, so daß die erhaltenen Resultate keine richtige Vorstellung über die Wirklichkeit geben können. Doch kommt der Verfasser zu dem richtigen Schluß, daß die von ihm berechnete Turbine nur bei sehr bedeutenden Umfangsgeschwindigkeiten eine nennenswerte ökonomische Arbeit aufweisen könnte, was wohl als Grund zu betrachten ist, daß die Berechnungen der Turbinendimensionen bei verschiedenen Leistungen (Tab. IV, Seite 41) nur für die Umfangsgeschwindigkeiten von 500 m/Sek. und 1000 m/Sek. durchgeführt sind.

Merkwürdigerweise schreckt der Verfasser der Broschüre, als Ingenieur, nicht vor der Tatsache zurück, daß die von ihm zugelassenen Umfangsgeschwindigkeiten bedeutend höher sind, als dies in der Wirklichkeit bei den gegenwärtigen Materialien zu erreichen ist. Allerdings wird die Berechnung der Räder aus Röhren gleicher Festigkeit durchgeführt und dabei wird erhalten, daß das Verhältnis des durch die Turbinenachse durchgehenden Querschnittes — F_0 zu dem in der größten Entfernung von der Achse liegenden Querschnitt — F_2 bei einer Umfangsgeschwindigkeit $w = 500$ m/Sek. gleich 1,7 und bei einer Umfangsgeschwindigkeit $w = 1000$ m/Sek. gleich 8 ist.

Hierbei macht der Verfasser folgende Bemerkung: »Wir brauchen also durchaus nicht ängstlich bei der Querschnittabmessung von F_2 zu sein, ohne befürchten zu müssen, daß die Rohrkammer unausführbar wird« (Seite 33).

Bei diesen Berechnungen ist natürlich ein Fehler gemacht worden und die Formel für das Verhältnis $F_0 : F_2$ muß in der Form:

$$\frac{F_0}{F_2} = \varepsilon^{\frac{w^2}{5 \cdot 10^4}}$$

ausgedrückt werden und nicht in der Form

$$\frac{F_0}{F_2} = \varepsilon^{\frac{w^2}{10^5}}$$

wie sie vom Verfasser der Broschüre abgeleitet und benutzt wird.

Bei den obengenannten Umfangsgeschwindigkeiten erhält man also:

Bei $w = 500$ m/Sek. $\frac{F_0}{F_2} \sim 148$ (nicht aber $\sim 1{,}7$)

» $w = 1000$ m/Sek. $\frac{F_0}{F_2} = \sim 485\,000\,000$ (nicht aber ~ 8)

was natürlicherweise unausführbar ist.

Was die sonstigen Vorschläge der konstruktiven Ausführung der Gasturbine anbelangt, die vom Verfasser gemacht werden, so verdienen sie kaum einer näheren Betrachtung unterzogen zu werden, da sie im großen ganzen mindestens naiver Natur sind.

Die Broschüre selbst ist außerordentlich fahrlässig herausgegeben und von Druckfehlern — besonders in den Formeln — überfüllt.

In dem besprochenen Werke wird ein Fachmann kaum etwas interessantes finden können, für sonstige Leser aber muß es, infolge der erwähnten Nachteile, als vollständig unbrauchbar bezeichnet werden.

W. Jasinsky.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

1. Ganze Kraftanlagen (Kraftwerke).

Das Elektrizitätswerk Lebring in Steiermark. (E. u. M., Wien, 9., 16., 23. Febr. 1908, S. 111, 132, 153.) Die Anlage benutzt zum erstenmal in Österreich eine Übertragungsspannung von 20000 Volt. Zur Verfügung steht ein natürliches Gefälle der Mur von 4 bis 6 m bei einer Minimalwassermenge von 30 m³ pro Sek. Die normalerweise zur Verfügung stehende Kohlenergie von 2400 PS wird in vier Turbineneinheiten ausgenutzt, welche von der Maschinenfabrik Andritz, A.-G., als horizontale Vierfachturbinen von je 750 PS, für je 14,5 cbm und für 96 Umdr. pro Min. ausgeführt sind. Die Regulierung erfolgt mittels drehbarer Leitschaufeln, deren Betätigung von Hand oder durch Druckzylinder und Regulator erfolgen kann. Die Regulierbedingungen, u. a. zwischen Voll- und Leerlauf: Änderung der Drehzahl um $+ 2\%$, bei Be- oder Entlastung um 100% eine solche von $+ 8\%$ zulässig, wurden erfüllt. Die Turbinen sind in offene Wasserkammern eingebaut. Besondere Schwungräder.

Die Generatoren sind für eine Normalleistung von je 430 KVA. bei einer Drehstromspannung von 1500 Volt und 87 Wechseln pro Sek. gebaut. Der Stator hat einen Außendurchmesser von 4560, einen Innendurchmesser von 3880 und eine achsiale Breite von 500 mm. Das sechsarmige Magnetrad ist mit 54 Stahlpolen versehen. Die sechspoligen Erregermaschinen für je 250 Amp. bei 50 Volt sind mit ihren Generatoren unmittelbar verbunden.

Die Umwandlung der Spannung in 20000 Volt findet in drei, in Dreieck geschalteten Transformatoren statt; ein vierter Transformator steht in Reserve.

Jeder Generator besitzt bis zu den 1500 Volt-Sammelschienen Schmelzsicherungen, Hochspannungsausschalter und Trennschalter, einen Hitzdrahtstromzeiger und einen Leistungszeiger. Spannungszeiger, Synchronisator und Erdschlußprüfer sind vorgesehen. Die Transformatoren besitzen auf der Unterspannungsseite Schmelzsicherungen, auf der Oberspannungsseite abschaltbare Hochspannungssicherungen. Eine gesonderte Abschaltung der Gesamtleistung des Werkes ist nicht vorgesehen. Die Erregerregulatoren können einzeln und gekuppelt, im letzteren Falle mittels Motors, bedient werden.

Die Hauptschalter der Generatoren sind als Hörnerschalter ausgebildet, die durch Gestänge betätigt werden. Die abschaltbaren Sicherungen für 20000 Volt bewirken ein allmähliches Ausschalten und sollen sich im Betriebe gut bewährt haben.

Als Blitzableiter wurden Apparate verwendet, die die Entladung in zahlreiche kleine Funkenstrecken zerlegen. Die Betriebserfahrungen mit solchen Blitzableitern waren gute.

Die Haupt-Drehstromleitung, aus drei Kupferdrähten von je 7 mm Durchmesser bestehend, führt in einer Länge von 31,38 km bis nach Graz und ist mittels Dreifachmantelisolatoren auf 1120 Holzmasten verlegt. Besondere Schwierigkeiten boten die Übersetzung der Mur und verschiedener Straßen. Die Leitung ist in Abständen von etwa 3 km mit an den Masten selbst befestigten Innenschaltern versehen. Auf offener Strecke sind Blitzschutzsicherungen nicht vorhanden.

An das Netz sind eine große Reihe industrieller Unternehmungen und Ortschaften angeschlossen, die die Energie entweder auf Niederspannungen transformiert oder mittels Motorgeneratoren in Gleichstrom umgewandelt benutzen.

An der Anlage wurden verschiedene Messungen ausgeführt, von welchen folgende Ergebnisse erwähnt seien:

Die Kapazität der Fernleitung ergab sich zu 0,308 Mikrofarad, der Ladestrom in jeder der drei Leitungen zu 1,35 Amp. bei abgeschalteten Transformatoren. Der Einfluß der Kapazität zeigt sich in der Spannungserhöhung bei Leerlauf. Durch folgende Messungen wurde dies nachgewiesen. Es wurde der Erregerstrom der Generatoren bei einer bestimmten Spannung gemessen:

a) bei leerlaufenden Generatoren,

b) bei Anschluß der Transformatoren,

c) beim Anlegen der Hochspannungsleitung an die letzteren,

d) bei Zuschaltung der Sekundärtransformatoren in einem Unterwerk.

Hierbei ergaben sich die in nachstehender Tabelle aufgeführten Werte für den Erregerstrom:

Schaltung	Erregerstrom in Amp.	Spannung am Generator in Volt	Strom in der Fernleitung in Amp.
a . . .	141,5	1500	—
b . . .	151,0	1500	—
	145,0	—	1,30
c . . .	146,0	1500	1,40
	144,5	—	1,32
d . . .	152,0	1500	1,23

Die von der Vereinigten Elektrizitäts-A.-G. Wien erbaute Anlage befindet sich seit 1. Sept. 1903 im Betrieb und hat, abgesehen von unvermeidlichen Störungen, durchaus zufriedenstellend gearbeitet.

An Italian Water Power Station. (Elect. Enging., 13. Febr. 1908.)[8] Das Wasserkraftwerk Trezzo an der Adda nützt ein Gefälle von 6 bis 8 m an einer scharfen Krümmung des Flußlaufes aus. Als Wassereinlauf dienen mehrere gewölbte Einlaßöffnungen an der Längsseite des Gebäudes, während der Abfluß durch zwei Schächte von je 100 m Länge an der Rückseite des Werkes bewerkstelligt wird, welche ein Abflußsammelbecken mit dem Flußlauf verbinden. Die maschinelle Einrichtung besteht aus neun Einheiten von je 1000 KW und zwei Erregerturbinen von je 240 PS Leistung. Das Werk soll auf zwölf Turbineneinheiten ausgebaut werden, von denen zehn Wechselstrom von 13800 Volt und 42 Perioden, die übrigen von 7000 Volt und 50 Perioden liefern sollen. Die Hauptturbinen mit 105 Umdr. pro Min. besitzen zwei vertikal übereinanderliegende Laufräder für verschiedene Gefälle mit gemeinsamen Ablauf; bei geringerem Gefälle arbeitet nur das obere Laufrad. Die Reaktionswirkung des unteren Laufrades dient zur Entlastung des Maschinensatzes. Der mit der Turbine gekuppelte Generator hat einen Statordurchmesser von 6 m, das Schwungmoment des umlaufenden Magnetfeldes beträgt 250000 kg/m². Der Generator besitzt ein oberes, als Kugellager ausgebildetes Spurlager mit Wasserkühlung und ein Halslager. Die Erreger liefern bei 190 Umdr. pro Min. Gleichstrom von 130 Volt. Das Werk enthält auch eine, symetrisch zum Turbinenraume angeordnete Dampfmaschinenreserveanlage, bestehend aus vier horizontalen Dampfmaschineneinheiten von je 1000 KW und sechs Kesseln, welche namentlich bei Wassermangel im Winter im Betrieb stehen. Jede der beiden Generatorgruppen besitzt eine eigene Verteilungsschalttafel; die Hochspannungsschalter sind nach dem Zellensystem angeordnet und über Trenn- und Gruppenschalter mit den Ringsammelschienen verbunden. Die Betätigungsschalttafel für die Hochspannungsschalter ist nach dem Pultsystem ausgeführt. Bemerkenswert ist, daß ein Teil der kurzen Übertragungsleitungen (für Energiemengen unter 100 KW) aus Eisenleitungen besteht.

Combined Electricity Works and Destructor Station at Greenock. (Elect. Enging., 20. Febr. 1908.)[8] Das mit einer Müllverbrennungsanlage verbundene Elektrizitätswerk in Greenock besitzt eine neue mechanische Ofenbeschickung der Horsefall Destr. Co. Das Müll wird über Sammelgruben entleert und in hölzerne Tröge eingebracht, welche mittels eines Laufkranes über eine Beschickungsvorrichtung oberhalb der Verbrennungszellen gehoben werden. Durch das Gewicht des Troges wird die drehbare Ofenklappe gesenkt und gleichzeitig der unten aufklappbare Trog

selbsttätig geöffnet, so daß sich der Inhalt in die Verbrennungskammer entleert, worauf sich die Vorrichtung selbsttätig wieder schließt. Der Vorgang geschieht ohne jede Staubentwicklung und hat nur die Entfernung der am Rost verbleibenden unverbrennlichen Schlacke von Hand aus zu erfolgen. Es sind sechs derartig eingerichtete Verbrennungszellen vorhanden, welche drei B. & W. Wasserrohrkessel heizen und künstliche Luftzufuhr mit Gebläse besitzen. Die Kessel für 15 Atm. sind mit Überhitzern und Green'schen Economisern versehen und besitzen Hilfsroste für Kohlenfeuerung. Außer diesen enthält das Kraftwerk noch zwei Wasserrohrkessel für Kohlenfeuerung für je 8000 kg Dampf stündlich, welche mit den mit Müll geheizten Kesseln durch eine gemeinsame Dampfrohrleitung verbunden sind. Sämtliche Hilfsmaschinen und Pumpen haben elektrischen Antrieb. Im Maschinenraume stehen zwei vertikale Dreifachexpansionsmaschinen von 750 KW bzw. 375 KW-Generatorleistung. Die kleinere Maschine ist mit zwei Generatoren für 250 Volt in Hintereinanderschaltung gekuppelt und liefert Strom für die Motoren der Schiffswerfte (250 Volt), wobei ein Generator stets als Reserve dient. Außerdem besteht noch ein Motorgenerator für Reservebetrieb, 250 Volt, welcher von der größeren Hauptmaschine mit 500 Volt betrieben wird. Behufs Übertragung nach einem 3,5 km entfernten Unterwerk wird der erzeugte Gleichstrom mittels zweier Umformer zu 25 und 75 KW und Transformatoren in Zweiphasenstrom von 3300 Volt umgewandelt.

New High Tension Switchboard at Wolverhampton. (Elect. Engng., 26. März 1908.)* Die Schalttafel des Elektrizitätswerkes Wolverhampton, deren Einrichtung näher beschrieben wird, befindet sich auf einer niedrigen Galerie zur Seite des Maschinenraumes. Sie besteht aus acht Feldern, welche sämtliche Niederspannungsapparate für die beiden neuen 1000 KW, 6600 Volt Drehstromgeneratoren, die Erregung und den Motorgenerator und für die Kraftverteilung enthalten. Die Hochspannungsölschalter sind in feuerfesten Zellen, für jede Phase getrennt angeordnet und können von der Schalttafel aus mechanisch betätigt werden. Die Generatorölschalter besitzen überdies Solenoidfernschaltung und Rückstromrelais. Der Motorgenerator ist gegen Überspannungen durch Walzenblitzableiter und Wasserwiderstande geschützt. Die Generatoren und Speiseleiter können mittels Trenn- und Gruppenschaltern in beliebiger Weise an die Ringsammelschienen angeschlossen werden. Die gesamte Schalteinrichtung stammt von der Electric Construction Co.

The Electrical Industry in France. By G. Dary. (Elect. Review, 27. März 1908.)* Die Kraftübertragungsanlagen der Société Méridionale de Transport de Force werden beschrieben. Das Netz derselben umfaßt über 600 km Speiseleitungen, mit Übertragungsweiten bis zu 135 km. Es sind drei Wasserkraftwerke vorhanden. Das älteste (1899) Werk in St. George an der Aude nützt ein Gefälle von 110 m aus und enthält vier Peltonturbinen mit automatischer Geschwindigkeitsregulierung und hydraulischem Servomotor, direkt gekuppelt mit 700 KW-Wechselstromgeneratoren für 2900 Volt, 50 Perioden, bei 300 Umdr. pro Min. mit direkt angebauten Erregermaschinen. Die Generatorspannung wird mittels zwölf Transformatoren zu 600 KW auf 20000 Volt erhöht und Energie nach dem 70 km entfernten Unterwerk Fabrezan geleitet. Von dort führen drei Leitungen nach drei Verteilerunterwerken für Niederspannung (125 Volt). In den beiden anderen Wasserkraftwerken Agazon (1250 PS) und Carcassone sind Dampfmaschinenreserven aufgestellt. Das Kraftwerk Narbonne, welches als Unterwerk dient, enthält gleichzeitig einen 900 PS-Dampfmaschinensatz, dessen Spannung von 2300 Volt auf 17000 Volt erhöht wird. Das Kraftwerk Carcassone hat ebenfalls eine 900 PS-Dampfmaschinenreserve. Die Einrichtung des Unterwerkes besteht aus einem 225 PS-Induktionsmotorgenerator, welcher 200 Volt Gleichstrom liefert.

2. Gewinnung der mechanischen Arbeit.

Die Elektra-Dampfturbine und der Rotationskondensator von Kolb. Von Dr.-Ing. H. Ments. (Z. d. V. D. I., 1. Febr. 1908, S. 182.)* Turbinen mit Geschwindigkeitsabstufung. Die Dampfspannung wird in einer Düse vollkommen in Geschwindigkeit übergeführt und die kinetische Energie in einem Laufrade stufenweise in mechanische Arbeit umgesetzt. Einradturbine; 4 malige Beaufschlagung des Rades in radialer Richtung, 100 m Umfangsgeschwindigkeit. Da am ganzen Umfange Druckgleichheit herrscht, ist keine Spaltbildung nötig. Kein achsialer Schub. Nachteil der Gleichdruckturbine ist große Schaufelreibung. Abnutzung nur bei naßem Dampf zu bemerken. — Für Leistungen über 50 PS gewöhnlich zwei Druckstufen mit je drei Geschwindigkeitsstufen. Einfache Ringschmierlager. Expansionsdüse mit veränderlichem Durchschnitt. Schaufeln durch Schrumpfring zusammengehalten. Wasserdichtung der Welle: zwischen feststehenden Scheiben des Gehäuses rotieren auf der Welle befestigte Scheiben, die Wasserfüllung gegen den Umfang schleudern und z. ohne metallische Reibung abdichten; keine Schmierung nötig, 30 bis 40 l Wasser pro Stunde; Leistung für die Dichtung 1%. Regelung durch Drossein; Regulator auf der verlängerten Turbinenwelle mit Selbstschlußvorrichtung bei maximaler Drehzahl. Zusatzdüse für Auspuffbetrieb. Dampfverbrauch: 20 PS-Turbine, 12,4 Atm., 250° C, Vakuum 0,9; Vollast 12,6, Halblast 15,8 kg Dampf. — 235 PS-Turbine; 13 Atm., 290° C, Vakuum 0,92; Vollast 6,45, Halblast 7,38, Viertellast 9,15 kg Dampf. — Meßskizzen für einige Typen der Elektraturbine für Dynamoantrieb. Langsam laufende E. T. für Ventilatorantrieb; 50 PS, 1200 Umdr. pro Min., Schaufelrad 800 mm Durchm., 6 mal beaufschlagt; Versuche: bei 10,5 Atm., 194° C, 0,23 Gegendruck und 1020 Umdr. pro Min. 17,8 kg Dampf pro PSe.St. bei 32,9 PSe; Steigerung bis 60 PSe. — Umsteuerbare Turbine für Schiffsantrieb: Radkranz trägt beiderseits Schaufeln; für große Schiffe nicht zu benutzen, da das Anzugsmoment zu klein. Grenze bei 1000 PS. — Der Rotationskondensator ist eine Kreiselpumpe, deren Schaufelrad unmittelbar auf der Turbinenwelle sitzt. Der ausgeschleuderte Wasserstrahl der Pumpe saugt den Abdampf und die Luft an, erzeugt das Vakuum und kondensiert den Dampf. Entfernung des Wassers aus dem Abdampfrohr durch einen Ejector, dem das Wasser aus dem Druckraume der Pumpe zugeführt wird. Bei Leerlauf 96%, bei Vollast 91% Vakuum; 40 bis 50fache Kühlwassermenge.

Herausgegeben von Professor Dr.-Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN
CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:
Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KOTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; L. G. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VÁLATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **14. August 1908.** **Heft 23.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, in Russland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.
ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.
Beilagen, von denen bevor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.
Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Das Verzasca-Werk. Von Ingenieur S. Herzog. S. 457.
Über Riffelbildung an Straßenbahnschienen. Von K. Sieber, Nürnberg. S. 463.
Kleine Nachrichten. S. 472. Umwandlung der mechanischen Energie in elektrische: Ein neues Dynamometer für Gasmotoren. — Allgemeines: Meßbrücke mit Galvanoskop für Blitzableiter- und Widerstand-messungen aller Art. **Aus den Geschäftsberichten.** S. 473. Dritter Rechenschaftsbericht des Straßenbahnamtes der Provinzialhauptstadt Mainz für das Rechnungsjahr 1906. **Neue Bücher.** S. 474. — **Zeitschriftenschau.** S. 474.

Das Verzasca-Werk.

Von Ingenieur **S. Herzog.**

Die bedeutende Entwicklung, welche die Stadt Lugano in den letzten Jahren zu verzeichnen hat und die bauliche Entfaltung dieser internationalen Fremdenstadt machten die Erstellung eines eigenen Elektrizitätswerkes notwendig, für dessen Betrieb die Wasserkraft der Verzasca in Aussicht genommen wurde.

Das Elektrizitätswerk wurde für eine Leistung von 6000 PS entworfen, der erste Ausbau umfaßt 2000 PS, welche Leistung innerhalb zweier Jahre auf 3000 PS erhöht werden soll.

Die Wasserfassung befindet sich bei Vogorno, das Kraftwerk in Gordola (Fig. 491), das zur Niedertransformierung der Fernübertragungsspannung dienende Transformatorenunterwerk liegt in Massagno oberhalb und unweit von Lugano.

Das Stauwehr (Fig. 493) ist aus Bruchsteinen hergestellt und in der üblichen Weise mit Hauptschleuse, Kiesfall, Leerlaufschleuse, Grobrechen und Feinrechen ausgerüstet. An dem Feinrechen schließt ein gemauerter Kanal, welcher sich längs des Flußbettes eine Strecke weit hinzieht und in einen Stollen von ungefähr 7,5 km Länge mündet. Der Stollen ist aus dem Felsen ausgesprengt und nur dort, wo nötig, ausbetoniert. Über die Porta ist der Stollen als Viadukt in Form eines armierten Betonkanals geführt, von hier verläuft er wieder als Stollen, um schließlich in das Wasserschloß zu führen. Der Stollen hat gewölbten Querschnitt, die Viadukte zum Teil viereckigen, zum Teil kreisrunden Querschnitt.

In die Lieferung der elektrischen Ausrüstung teilten sich die Firmen Brown, Boveri & Co., Baden, und die Maschinenfabrik Oerlikon in der Weise, daß letztere die Transformatoren, erstere die gesamte übrige Ausrüstung, wie Stromerzeuger, Apparatenanlagen usw. erstellten.

Die Drehstromgeneratoren, System Brown, Boveri & Co., der Hauptgruppen liefern Strom von 4200 Volt und 50 Perioden und haben bei $\cos \varphi = 0,75$ eine Leistung von 920 KW (Fig. 492). Die Ausführung der Maschinen erfolgte zweilagerig mit stillstehendem Anker- und umlaufendem Magnetsystem. Die Lager sind mit Ringschmierung ausgerüstet. Das Verhalten eines solchen Drehstromgenerators, sowie dessen Wirkungsgrad und Einzelverluste gehen aus Fig. 496 und 497 hervor.

Die Temperaturzunahme beträgt bei Dauerbetrieb und voller Belastung auf induktive Widerstände mit $\cos \varphi = 0,75$ 45° C über die umgebende Lufttemperatur. Es betragen:

Die Überlastungsfähigkeit eines Generators während $^1/_2$ Std. = 25 bis 30%, während 2 Std. = 10 bis 15%.

Die Wirkungsgrade ausschließlich Erregung sind folgende:

Bei Vollbelastung und $\cos \varphi = 1$ = 95 %
» » » $\cos \varphi = 0,75$ = 94 %
» $^1/_2$ Belastung » $\cos \varphi = 1$ = 92 %
» » » $\cos \varphi = 0,75$ = 91 %.

Die mit den 125 PS-Turbinen direkt gekuppelten Erregermaschinen sind Nebenschlußmaschinen, welche bei 1000 Umdr. pro Min. Strom von 125 Volt, 660 Amp., 82,5 KW liefern. Es betragen:

Die Überlastungsfähigkeit während $^1/_2$ Std. = 25 %
» » 2 Std. = 10 %.

Der Wirkungsgrad bei Vollbelastung = 86 %
» » $^1/_2$ Belastung = 87 %.

In der Maschinenhalle befindet sich ferner ein Zusatzmaschinensatz, bestehend aus einem 9 PS-Gleichstrom-

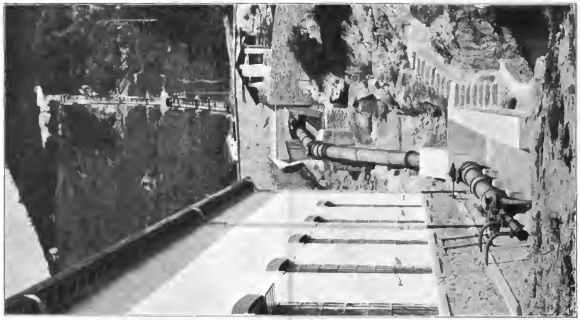


Fig. 491. Einführung der Druckrohrleitung in das Kraftwerk Gondola.

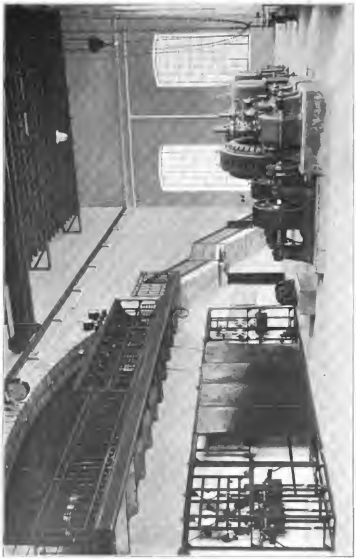


Fig. 492. Inneres des Kraftwerkes Gondola.

Fig. 493. Ansicht des Stauwehres.

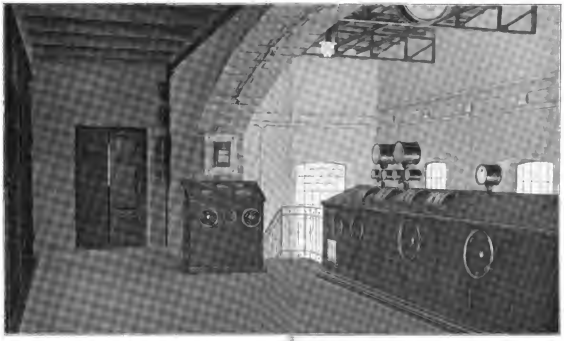


Fig. 494. Bedienungsbühne im Kraftwerk Gordola.

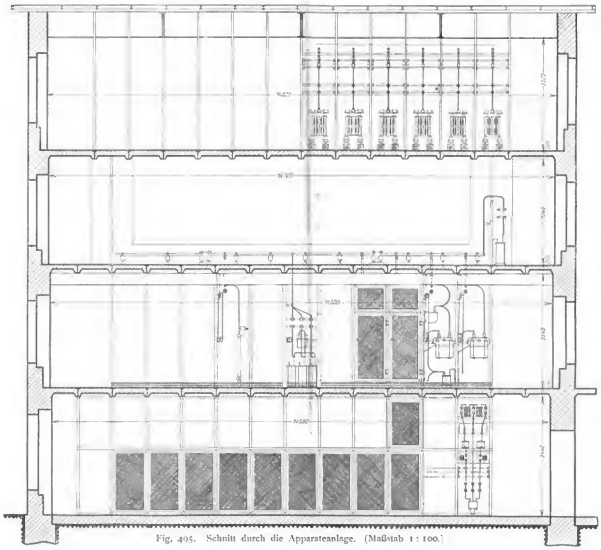


Fig. 495. Schnitt durch die Apparateanlage. (Maßstab 1 : 100.)

Nebenschlußmotor (120 Volt, 1500 Umdr. pro Min.), welcher mit einer 5,5 KW-Gleichstrom-Nebenschlußdynamo (0 bis 55 Volt ohne Drehzahländerung, 100 Amp. bei 55 Volt) direkt elastisch gekuppelt ist. Diese Gruppe dient zur Aufladung einer 68elementigen Batterie, welche als Reserve für die Lieferung von Erregerstrom dient.

Der von den Stromerzeugern gelieferte Strom wird behufs Fernübertragung auf eine Spannung von 25000 Volt gebracht und in dem Transformatorenunterwerk Massagno wieder auf eine Spannung von 3600 Volt erniedrigt. Hierzu dienen sowohl im Kraftwerk wie in dem Transformatorenunterwerk Transformatoren der Maschinenfabrik Oerlikon von je 850 KVA. Leistung für 4200/25 300 Volt.

Was dieses Elektrizitätswerk besonders bemerkenswert, interessant und mustergültig macht, sind die beiden, wie oben erwähnt, von der Firma Brown, Boveri & Co. ausgeführten Apparateanlagen im Kraftwerk und in

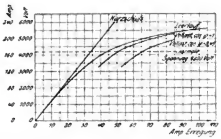


Fig 496. Charakteristische Kurven des Drehstromgenerators für 920 KW und 4200 Volt von Brown, Boveri & Co.

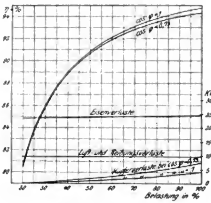


Fig. 497. Wirkungsgrad und Einzelverluste des Drehstromgenerators für 920 KW und 4200 Volt.

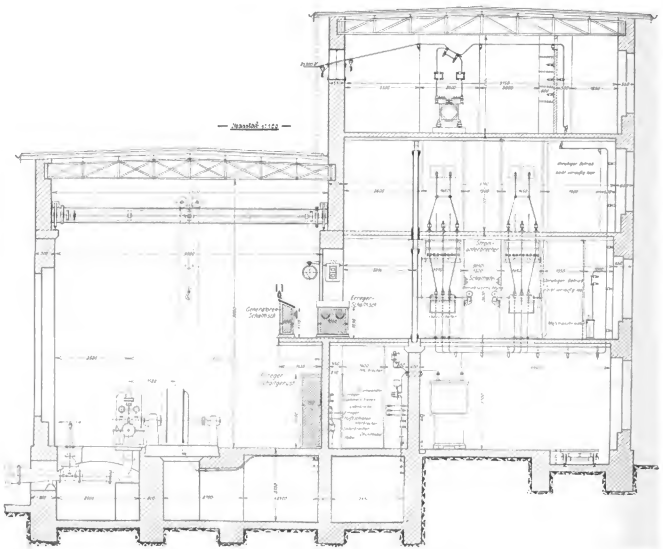


Fig. 498. Schnitt durch das Kraftwerk und die Apparateanlage.

dem Transformatorenunterwerk. Beide Apparateanlagen besitzen eine gewisse Ähnlichkeit in ihrem systematischen Aufbau, in der Gruppierung der einzelnen Apparate, sowie in der technischen Durchbildung der letzteren.

Durch die verschiedenen Arten von Hochspannungen, welche bei diesen Anlagen in Frage kommen, war von vornherein eine Unterteilung der Apparateanlagen (Fig. 495) nach den Spannungen gegeben.

Im Kraftwerk Gordola (Fig. 498) erfolgt die Bedienung der Maschinen und die Schaltung derselben und der Fernleitungslinien von einer in die Längswand der Maschinenhalle erhöht eingebauten Bedienungsbühne (Fig. 492 und Fig. 494).

Unter der Bedienungsbühne ist die Gleichstrom-Apparateanlage angebracht (Fig. 499). Dieselbe umfaßt zwei Batteriefelder mit selbsttätigen Maximal- und Minimalausschaltern, Widerständen und Sicherungen. Hieran schließen sich die Erregerfelder mit den zugehörigen Schaltern (selbsttätige Ölausschalter), Nebenschlußwiderständen und Hauptstrom-Regulatoren, welche von der Bedienungsbühne aus betätigt werden. Unterhalb der Bedienungsbühne, hinter der Gleichstrom-Apparateanlage sind die Erreger-Sammelschienen und Hilfs-Sammelschienen, die letzteren zum Umschalten der Hauptstromregulatoren von einem Generator auf den anderen eingebaut (Fig. 500). Für den gleichen Zweck sind zwischen den Sammelschienen und den von den Magnetfeldern kommenden Kabeln Unterbrecher eingebaut. Sämtliche Sammelschienensysteme sind durch Zellenwände voneinander getrennt.

Die gegenüberliegende Zellenreihe enthält das 4200 Volt-Hilfs-Sammelschienensystem, um irgendeinen Generator auf einen beliebigen anderen Transformator schalten zu können. Die Kabelanschlüsse erfolgen mit Leitungsschließer. Für jeden Stromerzeuger ist ein zusammenhängender Apparate-Zellenkomplex vorgesehen, welcher die Kabelendverschlüsse, die Leitungsschließer, die Stromunterbrecher der Sammelschienen, die Stromwandler für die Relais,

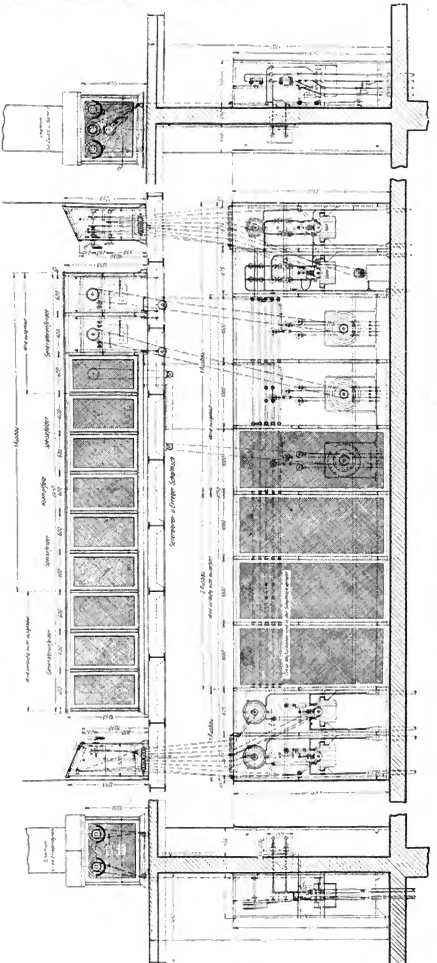


Fig. 499. Generator- und Erregerschalttisch mit den darunter liegenden Apparatefeldern.

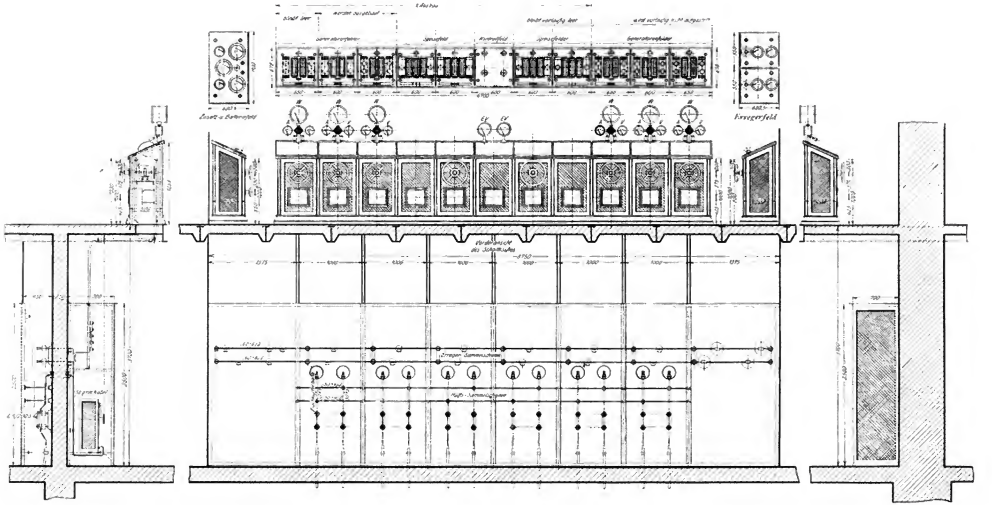


Fig. 500. Vorderansicht des Schalttisches und Schnitt durch den Erreger- und Hilfssammelschienenraum.

Stromzeiger und Leistungszeiger, sowie die Meßtransformatoren für letztere aufnimmt. (Fig. 501.)

Hinter diesen Zellenreihen liegt der Transformatorenraum (Fig. 498), welcher drei der früher erwähnten Oerlikon-Transformatoren enthält.

Die Bedienungsbühne dient zur Aufnahme mehrerer Schaltpulte. Es muß hervorgehoben werden, daß bei dieser Anlage das Pultsystem zu einer bisher ungewohnten Raumbeschränkung gediehen ist.

Das Hauptschaltpult ist für die Stromerzeuger vorgesehen und besitzt in der Mitte zwischen den Stromerzeugerfeldern vier Felder für die abgehenden Leitungen (Fig. 500.)

Jedes Stromerzeugerfeld umfaßt einen Spannungszeiger und einen Stromzeiger, welche als auf dem Pult aufstellbare Profilinstrumente ausgebildet sind. Daneben befinden sich die Signallampen für Rückmeldung, der Ölschalter mit den zugehörigen Schaltern (aus dem Aufleuchten oder Verlöschen der Signallampen ist die jeweilige Schaltstellung der Ölschalter zu erkennen). Ferner sind vor-

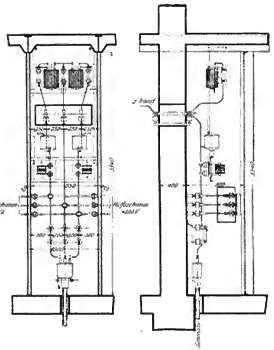


Fig. 501. Anordnung der zu einem Generator gehörigen Apparate in einer Zelle. (Maßstab 1 : 50.)

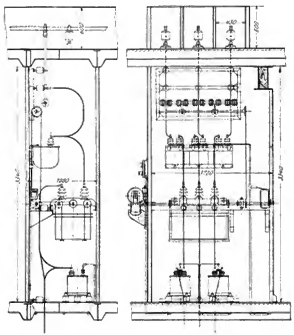


Fig. 503. Feld für die abgehenden Leitungen für 25 000 Volt Spannung. (Maßstab 1 : 50.)

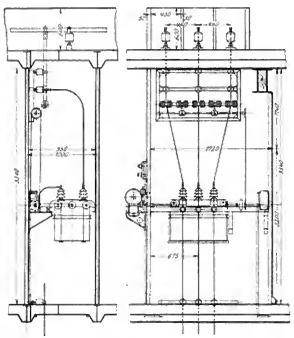


Fig. 502. Transformatorenfeld. 25 000 Volt-Seite. (Maßstab 1 : 50.)

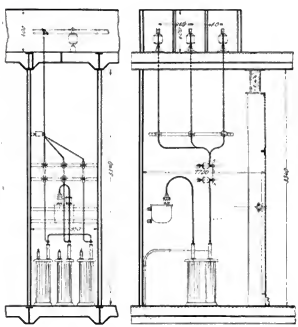


Fig. 504. Erdschlußprüferfeld. (Maßstab 1 : 50.)

Fig. 505. Ansicht eines Feldes für die abgehenden Leitungen für 25 000 Volt Spannung.

gesehen Umschalter für die Phasenspannungszeiger zur Parallelschaltung der Generatoren auf ruhigen und unruhigen Betrieb (Licht- und Kraftbetrieb); Erreger-Stromzeiger, Erreger-Spannungszeiger, Leistungszeiger und Phasenlampen sind auf einer Instrumentensäule befestigt. An der Stirnseite des Pultes befindet sich der Antrieb für die Hauptstromregulatoren, welche einzeln für sich oder gleichzeitig betätigt werden können, zu welch letzterem Zwecke ein in einem der beiden Mittelfelder befindlicher Antrieb dient. In die Vorderseite der Schaltpulte sind die Relais für die selbsttätigen Schalter eingebaut.

Die vorgenannten Felder für die abgehenden Leitungen enthalten je drei Profil-Stromzeiger, zwei Rückmeldelampen mit zugehörigen Schaltern, das Kontrollfeld und die Taster für die Erdschlußprüfung. Der zu letzterer gehörende Spannungszeiger mit Umschalter ist im Nachbarfelde mit den Lampenwiderständen zusammen untergebracht.

Für die Erregermaschinen ist ebenso wie für die Batterie je ein besonderes Schaltpult (Fig. 500) vorgesehen. Das Erregerschaltpult besitzt zwei Felder, deren jedes ausgerüstet ist mit einem Strom- und Spannungszeiger, Handrad für den Erregerstrom-Nebenschlußregulator, Ölschalter mit Zugknöpfen für die Handauslösung. Oberhalb des Pultes befindet sich ein registrierender Leistungszeiger für die abgehenden Leitungen. Von dem Batterieschaltpult aus wird auch die Zusatzmaschine bedient. An Meßinstrumenten sind vorgesehen für die Batterie ein Spannungs- und ein Stromzeiger, letzterer mit zwei Teilungen versehen für Laden und Entladen, für die Zusatzmaschine ein Spannungs- und ein Stromzeiger zum Messen des Dynamostroms und ein Stromzeiger zum Messen des Motorenstroms. Unter Zuhilfenahme eines Spannungszeiger-Umschalters können die Lade- und Entladespannung der Batterie und die Maschinenspannung der Zusatzgruppe gemessen werden. Ferner sind zwei Druckknöpfe zur Betätigung der motorischen Antriebe der Zellenschalter vorgesehen. Die Vorderwand des Pultes trägt die beiden Handräder, zur Betätigung der Ölschalter, dann jene für die Betätigung des Anlaßwiderstandes des Motors und der Bedienung des Nebenschlusses der Zusatzdynamo.

Nach rückwärts zu ist die Bedienungsbühne durch eine Zellenreihe abgeschlossen. Die beiden ersten Zellengruppen (von links nach rechts gerechnet) umfassen je ein Transformatorenfeld und ein Feld für abgehende Leitungen. Jedes Transformatorenfeld (Fig. 502) enthält einen Ölausschalter für 25 000 Volt mit Stromunterbrecher, mit magnetischer Verriegelung und Türverriegelung. Die Ölausschalter werden durch besondere, hinter den Zellen angeordnete Motoren angetrieben, deren Betätigung vom Hauptschaltpulte aus erfolgt. Das Feld für die abgehenden Leitungen (Fig. 503 und 503) enthält ebenfalls Ölschalter von 25 000 Volt Spannung mit motorischem Antrieb, ebenfalls Stromwandler für die drei Stromzeiger des Hauptschaltpultes und für die Leistungszeiger, sowie einen Stromunterbrecher, welcher mit der Türverriegelung verbunden ist.

In der Mitte der Zellenreihe liegt das Erdschlußprüferfeld (Fig. 504). Dieses enthält drei Meßtransformatoren von 25 000/42 Volt nebst dem Ölschalter für diese, welcher vom Schaltpult aus elektrisch betätigt wird.

Nebenan liegt das Feld für die Widerstände (Fig. 506). Hier sind Wasserwiderstände untergebracht, bestehend aus Porzellanröhren, in welchen das Wasser von unten nach oben fließt, sowie ein Stromlosunterbrecher, ebenfalls zwangläufig verbunden mit der Türverriegelung. Die be-

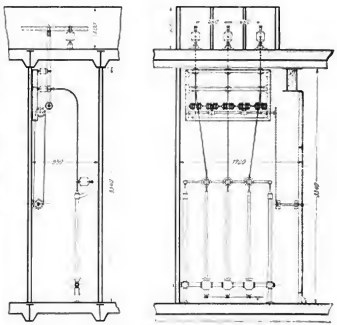


Fig. 506. Feld für den Wasserblitzschutz. (Maßstab 1 : 50.)

schriebene Zellenreihe ist vorläufig nur für ruhigen Betrieb vorgesehen. Hinter ihr soll eine zweite Zellenreihe für unruhigen Betrieb ausgerüstet werden. In dieser Zellenreihe für ruhigen Betrieb liegen zwei Zellen für die abgehenden Leitungen, enthaltend die Ölsehalter und Stromlosunterbrecher sowie Meßtransformatoren nebst den zugehörigen Sicherungen für die Kilowattzähler.

Das nächsthöhere Stockwerk bildet den Sammelschienenraum (Fig. 495 und 498). Die Sammelschienen liegen in Zellen, welche sich durch die ganze Länge des Raumes erstrecken und oben offen sind. Um die ganze Apparateanlage in weitgehendstem Maße unterteilen und in kleinen Abtrennungen stromlos machen zu können, sind in die Sammelschienen zahlreiche Leitungsschließer eingebaut. Es sind zwei Sammelschienensysteme, für ruhigen und unruhigen Betrieb vorgesehen.

An einer Stirnseite dieses Raumes befindet sich eine Zelle, in welche der Meßtransformator nebst zugehörigen Sicherungen für den Haupt-Spannungszeiger der ganzen Anlage eingebaut ist, welches oberhalb des Hauptschaltpultes drehbar angeordnet ist.

Im obersten Stockwerk befindet sich der Blitzschutzraum für die abgehenden Leitungen (Fig. 495 und 498). Jede Zelle enthält drei Leitungsunterbrecher und Wurzsche Blitzschutzapparate. In den Nachbarzellen befinden sich die Ausgleichsschienen für die abgehenden Leitungen. Endlich sind in diesem Raum auch die Leitungsausführungen untergebracht, welche in gleicher Weise ausgeführt sind wie die in dem Umformerwerk Massagno befindlichen.

Die Hochspannungsleitung zwischen Gordola und Massagno hat eine Länge von ungefähr 25 km. Sie besteht aus sechs 5 mm-Drähten mit Rücksicht darauf, daß später Licht und Kraft getrennt werden sollen. Es wurden durchweg Holzmaste verwendet in Längen von 10 bis 16 m. Die Drähte werden von sog. Hohlraumisolatoren getragen. Etwa alle 2 km sind in die Leitung Siemenshörner-Blitzschutzapparate eingebaut. Die ganze Leitung ist mittels Hörnersehaltern, System Sprecher & Schuh, Aarau, in vier Absehnitte unterteilt. Der Tessin wird von der Hochspannungsleitung mittels Gittermasten bei einer Abspannung von 75 m, der Vedeggio mittels hölzerner Doppelgestänge bei einer Abspannung von 60 m übersetzt.

(Schluß folgt.)

Über Riffelbildung an Straßenbahnschienen.[1])

Von **K. Sieber**, Nürnberg.

Die meisten der bisher veröffentlichten Theorien und Erklärungsversuche über die Riffelbildung scheiterten daran, daß man glaubte auf eine rechnerische Behandlung des Problems Verzicht leisten zu können, wodurch man sich der Vorteile einer der besten Waffen aus dem Arsenal der Neuzeit begab; infolgedessen wurden die auf die Riffelbildung einflußnehmenden Faktoren ihrer Größenordnung nach meist unrichtig eingeschätzt und es entstanden Theorien, die mit der Wirklichkeit in Widerspruch geraten mußten.

Von unvergleichlich höherem Wert als die Theorien sind die bisher veröffentlichten Beobachtungen hervorragender Praktiker, die aus dem Wirrwarr der Erscheinungen mit sicherem Auge das Gemeinschaftliche und Regelmäßige herausfanden und auf Grund deren Beobachtungen es allein möglich ist, mit Hilfe der erprobten Sätze der Mechanik erfolgreich weiterzubauen. Wie wenig gründlich jedoch auch manchmal beobachtet wurde, geht aus der Behandlung hervor, die nachstehende Frage vielfach gefunden hat.

I. Kann bei Straßenbahnwagen reines Rollen stattfinden?

Noch in der jüngsten Zeit wurde die Behauptung aufgestellt, daß in der Regel nur dasjenige Rad gleite, das sich auf der geringer belasteten Seite befinde, da die stärkere Belastung des auf der anderen Seite laufenden Rades diesem die Führerrolle zuweise und es vor gleitender Bewegung sichere — obwohl die Abnutzungserscheinungen, namentlich in Kurven, hiergegen sprechen und zur Vorsicht hätten mahnen sollen. Man übersah bei diesen Folgerungen, daß die Lehrsätze von der Reibung ruhender Körper nicht unbesehen auf die Reibung zwischen zwei sich gegeneinander bewegenden Körpern übernommen werden dürfen. Zunächst handelt es sich beim Rollen von Eisenbahnrädern nicht um ein ruhiges und stetiges Abwälzen zweier absolut glatter Flächen, sondern um ein vibrierendes Hüpfen harter und rauher Körper. Es ist aber eine bekannte Tatsache, daß bei bewegten Körpern die Reibung wesentlich leichter überwunden wird, als bei ruhenden. Es sei nur an die Bewegungen der bekannten Tanzfiguren auf dem Klavier erinnert; ferner ist gewiß schon manchem Leser aufgefallen, daß in Eisenbahnzügen Gegenstände wie Zeitungen, Handkoffer u. dgl. von scheinbar ganz horizontalen Auflegern herabgeschüttelt wurden, von denen sie während der Ruhe niemals herabgefallen wären. Hierher gehört auch die Erscheinung, daß ein vom Trittbrett aus in schaukelnde

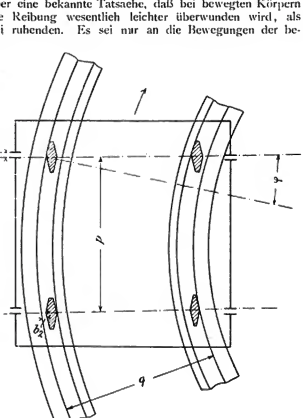


Fig. 507.

[1]) Die vorliegende Abhandlung bildet die Fortsetzung der in den Heften Nr. 17 und 35 des Jahrgangs 1907 der „E. K. u. B." veröffentlichten Aufsätze über die wellenförmige Abnutzung an Straßenbahnschienen.

Bewegung versetzter Straßenbahnwagen leichter angeschoben werden kann als ein ruhender.

Man begeht jedoch noch einen weiteren Fehler, wenn man glaubt, es gäbe rollende Straßenbahnräder, die gegen Gleiten gesichert sind. Wegen der Kegelform der Räder müssen alle Punkte des Radumfangs auf der Schienenoberfläche gleiten. Auszunehmen wäre nur eine mathematische Kreislinie innerhalb der Kegelfläche, wenn die Kurve so flach ist, daß ihr Radius R der Bedingung genügt:

$$R > \frac{rq}{b\gamma} \quad \ldots \ldots \quad 1)$$

worin bedeuten:

r mittlerer Radius des Laufrades,
q Spurweite,
b Länge der Auflagefläche zwischen Rad und Schiene plus Spiel des Radkranzes innerhalb der Rille,
γ Neigungswinkel der Kegelfläche gegen die Achsenrichtung.

Zahlenbeispiel: Für $r = 0{,}4$ m, $q = 1{,}435$ m, $b = 0{,}05$ m, $\gamma = \frac{1}{15}$ muß $R > 172$ m sein.

Die geschilderte Art des Rollens pflegt man »bohrendes Rollen« zu nennen. Außer den bisher betrachteten Gleitbewegungen, die auch als Drehbewegungen um eine vertikale Achse zu denken sind, findet noch ein Gleiten in Richtung der Achse statt, wenn diese von den Kurvennormalen abweicht. Die Größe des Gleitweges, der s_1 genannt sei, ist angenähert

$$s_1 = sq, \quad \ldots \ldots \quad 2)$$

worin für die Vorderräder von Wagen mit feststehenden Achsen

$$q = \frac{\rho}{2R} + \frac{b_1}{q} + \frac{b_2}{\rho} \text{ ist.} \quad \ldots \quad 3)$$

Hierin bedeuten (s. Fig. 507): s die gesamte von dem Rad zurückgelegte Wegstrecke, q den Winkel zwischen Radachse und Kurvennormalen, ρ den Radstand, R den Kurvenradius, b_1 das Spiel der Achse gegen den Untergestellrahmen in der Fahrtrichtung, q die Spurweite und b_2 den lichten Abstand (Spiel) des Spurkranzes des äußeren Hinterrades von der Fahrschiene, wobei der Spurkranz des äußeren Vorderrades an die Fahrschienen anliegend gedacht ist.

Zahlenbeispiel: Für $\rho = 1{,}8$, $R = 25$ m, $b_1 = 0{,}05$ m, $q = 1{,}435$ m, $b_2 = 0{,}02$ m ist $q = 0{,}05$ oder mit anderen Worten: Die seitliche Verschiebung beträgt $5\,\%$ des in der Fahrtrichtung zurückgelegten Weges; ist $R = \infty$, dann wäre bei Schrägstellung des Wagens die seitliche Verschiebung nur etwa $1\frac{1}{2}\,\%$ dieses Weges.

Hat die Kurve, die der Wagen bzw. die Achse beschreibt, einen kleineren Radius, als die Gleichung 1) bedingt, dann findet noch ein Gleiten der Räder in der Fahrtrichtung statt, das von der Verschiedenheit der Längen der Innen- und Außenschiene herrührt. Dieser Längenunterschied beträgt:

$$f = \frac{q\,s}{R}. \quad \ldots \ldots \quad 4)$$

Zahlenbeispiel: Für $R = 25$ m, $q = 1{,}435$ m ist $\frac{f}{s} = 0{,}057$, d. h.: Der durch Gleiten der Räder in der Fahrtrichtung zurückgelegte Weg beträgt im vorliegenden Fall $5{,}7\,\%$ des gesamten in der Fahrtrichtung zurückgelegten Weges. Es ist nun von Interesse, festzustellen, wie sich das Gleiten auf die beiden Laufräder verteilt.

Denkt man sich, ein kleiner, sehr flacher Körper vom Gewicht G, der auf einer vollständig ebenen, horizontalen Unterlage ruht, werde von einer ebenfalls horizontal wirkenden Kraft P_1 angegriffen (Fig. 508a). Ist die Kraft P_1 groß genug d. h. ist $P_1 > G\mu$, dann wird eine Bewegung des Körpers G in der Richtung von P_1 stattfinden, wenn μ den Reibungskoeffizienten der Ruhe bedeutet. Tritt nun zu der Kraft P_1 noch eine zweite Kraft P_2 in einer anderen Richtung hinzu, dann setzt sich P_2 mit P_1 zu einer Resultierenden P zusammen (Fig. 508b), für die dann ebenfalls wieder $P > G\mu$ gilt, wenn Gleiten stattfinden soll. Die Verschiebung findet nun in der

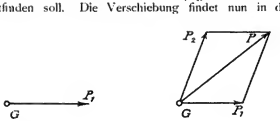


Fig. 508.

Richtung der Resultierenden statt. Es ist klar, daß im zweiten Fall die Kraft P_1 nicht mehr so groß zu sein braucht als im ersten, solange der Winkel der beiden Kräfte ein gewisses Maß nicht überschreitet. Ebenso wie man die Kraft P in ihre Komponenten P_1 und P_2 zerlegen kann, kann der Weg, den der Körper in der Richtung von P zurücklegt in zwei Komponenten nach den Richtungen P_1 und P_2 zerlegt werden. Diese Komponenten verhalten sich dann wie die Kräfte. Denkt man sich nun, daß die Kraft P_2 aus irgend einem Grunde unter allen Umständen ein Gleiten zur Folge haben muß, so ändert sich nichts an der Sache, der Widerstand in der Richtung von P_1 wird nur geringer, wenn eine zweite Kraft P_2 hinzukommt. Ist P_2 rechtwinklig zu P_1, dann ist:

$$P_1^2 + P_2^2 = P^2 = G^2\mu^2 \text{ und} \quad \ldots \quad 5)$$

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{P_1}{P_2}. \quad \ldots \ldots \quad 6)$$

wenn s_1 den Weg in der Richtung von P_1 und s_2 den nach P_2 bezeichnet. Aus diesen beiden Gleichungen lassen sich zwei Elemente berechnen, wenn die übrigen bekannt sind. Auf das vorliegende Problem angewendet, wäre P_2 die seitliche Verschiebungskraft in der Laufachsenrichtung herrührend von dem Anlaufen der Spurkränze, P_2 die tangentiale Verschiebung und s_1, s_2 die dazugehörigen Wege. G wäre der Auflagedruck zwischen Rad und Schiene und zwar sei angenommen, für die Außenschiene. Hierbei wäre die Lauffläche des Rades in zylindrischer Form zu denken. Für die Innenschiene seien die entsprechenden Werte P_3, P_4, s_3, s_4 und $G_1\mu_1$. Zwischen diesen Größen und P_1 und P_2 besteht nun der folgende Zusammenhang. Der Einfachheit halber sei zunächst angenommen, der auf der Achse sitzende Elektromotor sei ausgeschaltet; dann gilt für die Laufradachse folgende Momentgleichung:

$$M_1 - M_2 - M_3 = 0$$

oder wenn man setzt: $M_1 = P_2 r$, $M_3 = P_4 r$

$$P_2 - \frac{M_2}{r} - P_4 = 0. \quad \ldots \ldots \quad 7)$$

worin M_2 das Moment der Reibung der Achse in den Lagern und des Spurkranzes an den Schienen und r den Radius der Laufräder bezeichnet. Die seitliche Verschiebung in der Achsenrichtung ist für beide Räder gleich groß, so daß

$$s_1 = s_3 \quad \ldots \ldots \quad 8)$$

wird. Die Größe von s_1 folgt für das Vorderrad aus Gleichung 2). Für die tangentialen Wege s_2 und s_4 ist

$$f = s_2 + s_4, \quad \ldots \quad 9)$$

worin f aus Gleichung 4) folgt. Außerdem bestehen noch für das Innenrad die den Gleichungen 5) und 6) analogen Gleichungen:

$$P_2^2 + P_4^2 = G_1^2 \mu_1^2 \quad \ldots \quad 10)$$

und

$$\frac{s_2}{s_4} = \frac{P_2}{P_4}. \quad \ldots \quad 11)$$

In den Gleichungen 2) bis 11) sind die Größen G_1, G, μ_1, μ, s_1, f, M_2 und r bekannt. Eliminiert man die übrigen Größen mit Ausnahme von s_2, dann ergibt sich:

$$\left(\frac{G_1 \mu_1}{\sqrt{1 + \frac{s_1^2}{(f - s_2)^2}}} + \frac{M_2}{r}\right) \sqrt{1 + \frac{s_1^2}{s_2^2}} = G \mu. \quad 12)$$

Die unmittelbare Auflösung dieser Gleichung nach s_2 ist etwas unbequem; am einfachsten gestaltet sich die Bestimmung dieser Größe in Tabellenform. Zur leichteren Ausführung ist es nötig die Gleichung 12) noch etwas umzuformen. Setzt man

$$\sqrt{1 + \frac{s_1^2}{(f - s_2)^2}} = a, \sqrt{1 + \frac{s_1^2}{s_2^2}} = b \text{ und } G + G_1 = G_2,$$

so ergibt sich

$$G = \frac{G_2 \mu_1 b + \frac{M_2}{r} ab}{\mu a + \mu_1 b}. \quad \ldots \quad 13)$$

Hieraus kann für verschiedene Werte von s_2 jeweils die dazugehörige Radbelastung G bzw. G_1 berechnet werden.

Zahlenbeispiel: Es sei für die Radien von 25,50 und 100 m die Achsbelastung $G_1 + G = 5000$ kg; $\frac{M_2}{r} = 15,\ 13,\ 11$ kg; $s_1 = 0{,}05\ s,\ 0{,}033\ s,\ 0{,}018\ s$; $f = 0{,}057\ s,\ 0{,}0287\ s,\ 0{,}0143\ s$; $\mu = \mu_1 = 0{,}1$, dann ergibt sich die Tabelle I, aus der ersichtlich ist, daß bei gleicher Belastung des Innen- und Außenrades das letztere mehr gleitet als das Innenrad. Die obersten und untersten Werte der Tabelle wurden hinzugefügt, um darzutun, daß selbst in diesen Fällen die Räder gleiten. Selbst dann noch gleiten beide Räder, wenn das Außenrad gar nicht, das Innenrad dagegen reichlich geschmiert ist. Ist beispielsweise $\mu = 0{,}15$, $\mu_1 = 0{,}03$, dann verhalten sich bei ungeführ gleicher Belastung des Innen- und Außenrades die Gleitwege wie 1 : 9.

Tabelle I. Zusammenhang zwischen den Gleitwegen in der Fahrtrichtung und der Radbelastung. [1])

s_4	$R = 25$ m		$R = 50$ m		$R = 100$ m	
f	G	G_1	G	G_1	G	G_1
0,1	4490	510	4530	470	4580	420
0,2	3930	1070	4020	980	4030	970
0,3	3450	1550	3530	1470	3540	1460
0,4	3040	1960	3100	1900	3100	1900
0,45	2840	2160	2840	2160	2850	2150
0,5	2650	2350	2660	2340	2650	2350
0,55	2460	2540	2450	2550	2430	2570
0,6	2270	2730	2250	2750	2210	2780
0,7	1870	3130	1820	3180	1750	3250
0,8	1410	3590	1330	3670	1290	3710
0,9	860	4140	830	4170	750	4250

[1]) Es bedeuten: s_4 den Gleitweg des Außenrades, f den Gleitweg des Außenrades und den des Innenrades, G den Raddruck des Außenrades, G_1 den Raddruck des Innenrades und R den Kurvenhalbmesser.

Von Interesse ist nun noch der Einfluß der Brems- und Zugkräfte auf die Gleitwege. Gibt man dem Ausdruck $\frac{M_2}{r}$ in Gleichung 7) eine etwas erweiterte Bedeutung und zwar in einem Falle: Bremskraft plus Lagerreibung, und in dem anderen: Zugkraft minus Lagerreibung, und löst man Gleichung 12) nach $\frac{M_2}{r}$ auf, dann erhält man:

$$\frac{M_2}{r} = \frac{G \mu}{\sqrt{1 + \frac{s_1^2}{s_2^2}}} - \frac{G_1 \mu_1}{\sqrt{1 + \frac{s_1^2}{(f - s_2)^2}}}, \quad \ldots \quad 14)$$

wenn der Einfachheit halber $G_1 \mu_1 = G \mu$ gesetzt wird. Die Funktion $\frac{M_2}{r}$ hat einige bemerkenswerte Punkte. Ist $s_2 = \frac{f}{2}$, dann wird $\frac{M_2}{r} = 0$, d. h. der Wagen erfährt durch die betreffende Achse weder eine Bremsung, noch wird er geschoben. Ist weiter

$$\frac{M_2}{r} = \frac{G \mu}{\sqrt{1 + \frac{s_1^2}{s_2^2}}}, \text{ dann wird } \frac{G \mu}{\sqrt{1 + \frac{s_1^2}{(f - s_2)^2}}} = 0,$$

d. h. es hat jetzt die Achsbüchse des Innenrades das Bestreben, das Untergestell weder zu ziehen noch zu bremsen; es ist dann $f = s_2$, d. h. das Innenrad gleitet überhaupt nicht in tangentialer Richtung, während das Außenrad die ganze Differenz des Gleitweges zwischen Innen- und Außenrad zurücklegt und bremst. Steigt die Bremskraft noch weiter, dann wird das zweite Glied ebenfalls positiv und die Gleitrichtung des Innenrades kehrt sich um; Gleichung 14) schreibt sich dann:

$$\frac{M_2}{r} = \frac{G \mu}{\sqrt{1 + \frac{s_1^2}{s_2^2}}} + \frac{G_1 \mu_1}{\sqrt{1 + \frac{s_1^2}{(s_2 - f)^2}}}. \quad \ldots \quad 15)$$

Das Maximum erreicht $\frac{M_2}{r}$ für $s_2 = \infty$. Es ist alsdann $\frac{M_2}{r} = 2 G \mu$.

Umgekehrt erhält, wenn $s_2 < \frac{f}{2}$ wird, $\frac{M_2}{r}$ in Gleichung 14) negativen Sinn, d. h. das Innenrad zieht stärker, als das Außenrad bremst und $\frac{M_2}{r}$ ist als eine Zugkraft zu betrachten. Wird nun

$$\frac{M_2}{r} = -\frac{G \mu}{\sqrt{1 + \frac{s_1^2}{(f - s_2)^2}}}, \text{ dann wird } \frac{G \mu}{\sqrt{1 + \frac{s_1^2}{s_2^2}}} = 0$$

und das Außenrad hört auf zu bremsen, hat jedoch noch nicht begonnen zu ziehen. Wird die Zugkraft noch größer, dann wird s_2 und

$$\frac{G \mu}{\sqrt{1 + \frac{s_1^2}{(-s_2)^2}}}$$

ebenfalls negativ und Gleichung 14) verwandelt sich in

$$\frac{M_2}{r} = -\frac{G \mu}{\sqrt{1 + \frac{s_1^2}{s_2^2}}} - \frac{G_1 \mu_1}{\sqrt{1 + \frac{s_1^2}{(f + s_2)^2}}}. \quad \ldots \quad 16)$$

Beide Räder ziehen jetzt. Für $s_2 = \infty$ wird $\frac{M_2}{r} = -2 G \mu$.

Dividiert man die Größen s_1, f und s_2 unter dem Wurzelzeichen durch die dazugehörige Zeit t, so ist $\frac{s_1}{t}$

diejenige Geschwindigkeit, mit der das Rad in der Achsrichtung gleitet, $\frac{s_2}{t}$ und $\frac{f}{t}$ tangentiale Geschwindigkeiten.

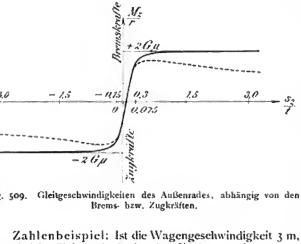


Fig. 509. Gleitgeschwindigkeiten des Außenrades, abhängig von den Brems- bzw. Zugkräften.

Zahlenbeispiel: Ist die Wagengeschwindigkeit 3 m, die achsiale Gleitgeschwindigkeit 5% davon, also 0,15 m und f ebenfalls 0,15 m, dann lautet 14)

$$\frac{M_2}{r} = \frac{G\mu}{\sqrt{1+\frac{0{,}15^2}{s_2^2}}} - \frac{G\mu}{\sqrt{1+\frac{1}{\left(1-\frac{s_2^2}{0{,}15^2}\right)^2}}};$$

15) sowie 16) lauten ebenso, nur mit entsprechend geänderten Vorzeichen. Durch verschiedene Annahmen von s_2 ergibt sich dann die Kurve der Fig. 509. Wie man sieht, beginnt die Kurve bei $\frac{s_2}{t} = 0{,}3$ m auf der Bremsseite scharf abzubiegen. Die Gleitwege wachsen von da ab rasch und ein stärkeres Bremsen hat wenig Wert mehr. Die Bremskraft $\frac{M_2}{r}$ ist bei diesem Punkt $1{,}59\,G\mu$ oder rd. 80% der Adhäsion. Umgekehrt ist beim Ziehen das Knie der Kurve mit $\frac{s_2}{t} = 0{,}15$ m für das Außenrad erreicht, wo die gesamte Zugkraft ebenfalls wieder 80% der Adhäsion beträgt.

Berücksichtigt man nun noch, daß der Reibungskoeffizient μ mit wachsender Gleitgeschwindigkeit fällt, dann ergibt sich eine Kurve die in Fig. 509 punktiert eingetragen ist und die ein Maximum in der Nähe des Knies aufweist. Die maximale Brems- bzw. Zugkraft geht dadurch auf etwa 70% der Adhäsionskraft zurück.

Die vorstehenden Erörterungen gelten sinngemäß auch für gerade Strecken, weil infolge des Schlingerns die Untergestelle meist schräg zur Fahrtrichtung stehen, weshalb ein Gleiten in achsialer Richtung stattfinden muß. Im übrigen gelten die bisherigen Entwicklungen nur für die Vorderräder eines zweiachsigen Motorwagens. Für die Hinterräder lautet die der Gleichung 3) analoge Gleichung für den Winkel φ:

$$\varphi = \frac{f}{2R} - \frac{b_1}{q} - \frac{b_2}{f} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 17)$$

Wird hierbei φ negativ, so sind die Vorzeichen der rechten Seite umzukehren; im übrigen gelten die übrigen für die Vorderräder aufgestellten Beziehungen auch für die Hinterräder.

Eine weitere Einschränkung war die bisherige Voraussetzung, daß die Lauffläche der Räder eine zylindrische Form aufweisen soll. Tatsächlich herrscht jedoch in der Praxis die Kegelform vor. Diese macht sich in der Weise geltend, daß für jedes Element der Berührungsfläche zwischen Rad und Schiene die Resultierende aus dem Weg s_1 in der Achsenrichtung und s_2 in der Fahrtrichtung entsprechend dem Laufraddurchmesser und dem Kurvenradius eine andere Richtung annimmt. Jedoch ist der Einfluß der Kegelform bei scharfen Kurven gering; so verhält sich die Komponente des Gleitweges in der Achsrichtung zu dem durch die Kegelform verursachten Gleitweg höchstens wie $\frac{\varphi r}{b_1 \gamma}$, worin φ die in Gleichung 3) bzw. 17) angegebene Bedeutung hat, γ den Neigungswinkel der Kegelfläche des Laufrades gegen die Achse und b_1 die Länge der Berührungslinie zwischen Rad und Schiene ausdrückt. Ist z. B. für einen Kurvenhalbmesser von 25 m, $\varphi = 0{,}05$, $\gamma = \frac{1}{20}$, $b = 0{,}03$ m, dann ist das Verhältnis $\frac{\varphi r}{b_1 \gamma} = 13{,}2$. Die Kegelform ist also bei starken Kurven nicht imstand, die für zylindrische Form der Laufradflächen erreichnete Tabelle wesentlich zu ändern. Inwiefern sie zur Erregung von Schwingungen Anlaß geben kann wird später beschrieben werden.

Von der Richtigkeit meiner Entwicklungen über die Gleitwege in Kurven kann man sich überzeugen, wenn man den Verlauf der Frässriche des Spurkranzes an den Seitenflächen der Schienen beobachtet; diese stellen Teile einer Zykloide dar und aus ihrem Verlauf kann der geometrische Ort der Momentanzentra konstruiert werden, mit dessen Kenntnis dann wieder die Länge der Gleitwege in der Fahrtrichtung bestimmt werden kann.

II. Das Rollen in geraden Strecken.

Bereits in meinem Aufsatz in Heft 17 des Jahrganges 1907 der El. Kraftbetr. u. Bahnen habe ich ausgeführt, daß die Gerade als eine Reihe aneinandergesetzter Gegenkurven aufzufassen ist. Den Beweis hierzu habe ich bereits in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1903, Seite 823 erbracht, wo ich nachwies, daß die Radsätze Sinuslinien durchlaufen — allerdings nur für den Fall, daß zwischen Rad und Schiene Punktberührung stattfindet, und daß in der Achsenrichtung kein Spiel vorhanden ist. Es wäre daher noch zu untersuchen, was eintritt, wenn diese Einschränkungen fallen gelassen werden.

Würde sich der Radsatz ohne jeglichen Einfluß von Kräften bewegen, dann würde das Rollen bei Berührung längs einer Linie genau so vor sich gehen wie bei Punktberührung in der Mitte der Berührungsfläche. Die beim Durchlaufen der Sinuslinie wirkenden Fliehkräfte bewirken jedoch eine Verschiebung in Richtung der Wagenachse. Dadurch wird die Stärke und Zeitdauer des Seitenausschlages vergrößert. Das seitliche Spiel des Untergestells gegen die Radachse bewirkt, daß der Radsatz eine Zeitlang unbeeinflußt einen Teil der Schlingerbewegung ausführt. Sobald aber das Spiel beseitigt ist, erfolgt die Mitnahme des Wagenkastens. Kehrt der Radsatz seine seitliche Bewegungsrichtung um, dann läuft er wiederum eine Zeitlang leer, bis das Spiel der Lager auch in dieser Richtung überwunden ist. Das Untergestell und mit ihm der Wagenkasten erhalten hierdurch nach beiden Seiten periodische Impulse, die sie in pendelnde Schwingungen versetzen. Stimmen diese Pendelbewegungen in ihrer Schwingungszahl mit der Anzahl der Seitenausschläge des Radsatzes überein, dann verstärken sich die Seitenausschläge, die so stark werden können, daß sie zu Entgleisungen führen. Da bekanntlich die Neigungswinkel der Laufradprofile bei den Wagen einer Linie nach verhältnismäßig kurzer Betriebsdauer übereinstimmen, so kommen auch die

Schwingungen der Wagen gleicher Type in Übereinstimmung, und es schlagen sich in der Regel in die Gleise in Abständen von 8 bis 15 m allmählich seitliche Knicke ein, die ihrerseits wiederum die Schlingerbewegung begünstigen. Der Ort der Momentanzentra für die geschilderten Pendelbewegungen des Wagenkastens liegt in der Nähe der hinteren Plattform, wo somit die Seitenschwingungen am geringsten sind.

Eine eingehende rechnerische Behandlung dieser Bewegungen dürfte überflüssig sein. Für das vorliegende Problem genügt vollauf die Feststellung, daß mit der Beseitigung des Spiels der Radsätze nach der Achsenrichtung und nach der Fahrtrichtung das Schlingern ganz wesentlich eingeschränkt wird.

III. Die Vorgänge an der Berührungsfläche zwischen Rad und Schiene.

Ist die Schiene vollkommen eben und das Rad in Ruhe, dann kann zur Ermittlung der Größe der Berührungsfläche und des spezifischen Druckes zwischen Rad und Schiene die Hertz'sche Theorie Anwendung finden, die allerdings nur für homogene Körper von bestimmter Form richtig ist. Da jedoch das auf derselben Theorie beruhende Kugeldruckverfahren zur Bestimmung der Festigkeit von Schienen genügend genaue Ergebnisse gibt, so darf dieselbe auch für die Berührung zwischen Rad und Schiene angewendet werden, um so mehr, als es sich nicht um die Ermittlung genauer Zahlenwerte, sondern darum handelt, ein Bild über die Größenordnung der in Betracht kommenden Werte zu gewinnen.

Für die Berührung eines Zylinders von der Länge b und dem Radius r mit einer ebenen Fläche ergibt die Hertz'sche Theorie nach Föppl folgende Gleichungen:

$$p = 0{,}418 \sqrt[3]{\frac{GE}{br}} \quad \ldots\ldots 18)$$

$$a = 1{,}52 \sqrt[3]{\frac{Gr}{bE}} \quad \ldots\ldots 19)$$

Hierin bedeuten: p den spezifischen Druck in der Berührungsfläche, G die Belastung des Zylinders, E den Elastizitätsmodul und a die halbe Breite der Berührungsfläche (siehe Fig. 510).

Zahlenbeispiel: Ist $G = 2\,500$ kg, $E = 2\,200\,000$, $r = 40$ cm, dann ergibt sich für $b = 1$ cm:

$$p = 4900 \text{ kg und } a = 0{,}324 \text{ cm},$$

für $b = 3$ cm:

$$p = 2820 \text{ und } a = 0{,}187 \text{ cm}$$

und für $b = 5$ cm:

$$p = 2190 \text{ kg und } a = 0{,}145 \text{ cm}.$$

Die ruhende Last bringt demnach keine bleibende Formveränderung hervor, sobald die Berührungslänge zwischen Rad und Schiene nicht zu kurz ist. Nach der Hertz'schen Theorie sind die der Berührungsfläche zunächst gelegenen Teile der Schiene auf Zug beansprucht. Beim reinen Abrollen des zylindrisch zu denkenden Radkörpers wird daher, wenn das Momentanzentrum in der Berührungsfläche selbst liegt, der von dem Radumfang zurückzulegende Weg etwas länger als der des Radmittelpunktes; infolgedessen wird das Material der Schiene vor dem zylindrisch gedachten Rad zusammengedrängt und die Winkelgeschwindigkeit beschleunigt, bis reines Rollen stattfindet. Wird aber das Rad — sei es durch direktes Bremsen, sei es durch die Wirkung der Kegelform oder durch das gegenüberliegende Rad — daran gehindert, sich rascher zu drehen, dann läuft ihm eine Welle voraus, die sich immer mehr verstärkt, bis sie unter dem Rad zurückzufließen beginnt. Sofern kein Belastungswechsel auftritt, ist dieses Zurückfließen des Materials als ein durchaus gleichmäßiges zu betrachten. Auch auf dem Rade selbst muß sich eine Welle bilden, die jedoch der Berührungsfläche folgt. Der Ausschuß B

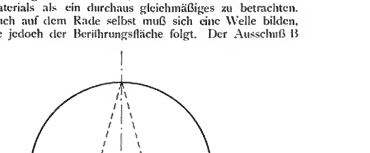


Fig. 510.

des Vereins Deutscher Straßen- und Kleinbahnverwaltungen nimmt nun in seinem Bericht an die XI. Vereinsversammlung[1]) an, daß in dem »plötzlichen Zurückschnellen« der Kompressionswelle die Ursache zur Riffelbildung zu suchen sei. Daß dies nicht der Fall sein kann, ist nachzuweisen, wenn man sich den größten Winkel φ berechnet, den die Berührungsfläche mit der Horizontalen bilden kann (siehe Fig. 510). Derselbe ergibt sich mit:

$$\varphi = \frac{a}{2r}, \quad \ldots\ldots 20)$$

worin a aus Gleichung 19) folgt und angenommen ist, daß der Radius der Berührungsfläche gleich dem doppelten Laufradhalbmesser r ist.

Zahlenbeispiel: Für die unter 19) berechnete Größe von $a = 0{,}187$ cm, ergibt sich bei $r = 40$ cm der Winkel $\varphi = 0{,}005$.

Macht man die Annahme, das Schienenmaterial sei plötzlich starr geworden, so daß das Rad aus der eingedrückten Vertiefung herausspringen müßte, dann kann mit Hilfe des Winkels φ die Sprungweite berechnet werden. Wie jedoch aus den späteren Entwicklungen hervorgehen wird, sind diese Sprungweiten 20 bis 50 mal kleiner als die tatsächlich festzustellenden Wellenlängen. Das Zurückschlüpfen des Materials kann also nicht die selbständige Ursache zur Riffelbildung sein, es kann jedoch die Riffelbildung begünstigen; in welcher Weise dies geschehen kann, wird später erörtert werden.

IV. Die Fallkurve.

Denkt man sich die Schiene unter einem ruhenden Rad plötzlich weggenommen und einige Millimeter tiefer gestellt, dann wird das Rad durch den Druck der Achsbüchsenfeder und seine eigene Schwere nach abwärts beschleunigt. Der ganze Radsatz führt eine Drehbewegung um eine horizontale Achse aus, die in der Berührungsfläche des gegenüberliegenden Rades in Richtung der

[1]) Siehe »Zeitschrift für Kleinbahnen«, August 1907.

Gleisachse liegend zu denken ist. Die Winkelgeschwindigkeit, mit der diese Bewegung erfolgt, sei u. Ist der Wagen während des Vorganges in Bewegung, dann hat der Radsatz außerdem noch eine Translationsgeschwindigkeit in der Gleisrichtung und eine Rotationsgeschwindigkeit um seine Achse, die w genannt sei. Wegen dieser

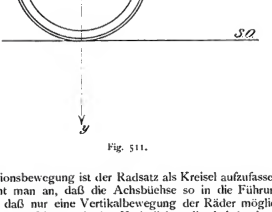


Fig. 511.

Rotationsbewegung ist der Radsatz als Kreisel aufzufassen. Nimmt man an, daß die Achsbüchse so in die Führung paßt, daß nur eine Vertikalbewegung der Räder möglich ist, dann erfährt nach der Kreisellehre die Achsbüchsenführung einen Druck P von

$$P = \frac{\Theta u w}{g_1}, \quad \ldots \ldots \quad 21)$$

wenn Θ das Trägheitsmoment des Radsatzes in bezug auf seine Drehachse und g_1 die Entfernung der Achsbüchse von dieser Achse bedeutet.

Zahlenbeispiel: Es sei $\Theta = 4{,}7$, $u = 0{,}43$, $w = 20$, — Größen, die bei 8 m Sekundengeschwindigkeit ungefähr vorkommen — $g_1 = 1{,}6$ m, dann ist $P = 25{,}3$ kg.

Da der vertikale Federdruck wesentlich höher ist (1500 bis 3000 kg), so kann vorläufig der Druck P vernachlässigt werden. Ferner kann ohne großen Fehler für die Drehbewegung des Radsatzes um die längs der Schienenoberfläche einer Schiene liegende Achse für das fallende Rad eine senkrecht nach abwärts gerichtete Fallbewegung angenommen werden, wenn eine entsprechend reduzierte Masse für das Rad eingesetzt wird. Der Druck der Achsbüchsenfedern ist ebenfalls für die Folge so reduziert gedacht, daß er durch den Schwerpunkt des Rades in der Radebene nach abwärts gerichtet ist. Da ferner die in Frage kommenden Vertikalbewegungen nur sehr klein sind, darf angenommen werden, daß der Federdruck während des Vorganges konstant bleibt. Ebenso sollen etwaige Reibungskräfte vernachlässigt werden. Die nach abwärts gerichtete Beschleunigung $\frac{d^2 y}{dt^2}$ ist alsdann:

$$\frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{F + \frac{G}{2}}{m}, \quad \ldots \ldots \quad 22)$$

worin bedeuten: F den Federdruck, G das Gewicht des Radsatzes und der Achsbüchsen, $m = \frac{\Theta_1}{q^2}$ die auf den Trägheitsradius q (Spurweite) reduzierte Masse des Radsatzes, Θ ist das Trägheitsmoment in bezug auf die auf der gegenüberliegenden Schiene befindliche Drehachse.

Setzt man

$$g_1 = \frac{F + \frac{1}{2} G}{m}, \quad \ldots \ldots \quad 23)$$

so ergibt sich nach Integration von 22)

$$\frac{dy}{dt} = g_1 t, \quad \ldots \ldots \quad 24)$$

wenn der Koordinatenanfang (Fig. 511) so gewählt wird, daß die Integrationskonstante $= 0$ wird. Die Fallzeit T ergibt sich durch nochmalige Integration von 24) mit

$$T = \sqrt{\frac{2y}{g_1}}. \quad \ldots \ldots \quad 25)$$

Bezeichnet man die Horizontalprojektion der Geschwindigkeit des Radmittelpunktes mit c_x und den in der Fahrtrichtung vom Koordinatenanfang an zurückgelegten Weg mit x, so ergibt sich unter der Voraussetzung, daß c_x konstant ist,

$$x = c_x t; \quad \ldots \ldots \quad 26)$$

Gleichung 24) verwandelt sich somit in

$$\frac{dy}{dx} = \frac{g_1 x}{c_x^2}. \quad \ldots \ldots \quad 27)$$

Hieraus ergibt nach Integration

$$y = \frac{g_1 x^2}{2 c_x^2}. \quad \ldots \ldots \quad 28)$$

Die Fallkurve ist also eine Parabel, deren Krümmungsradius im Scheitelpunkt

$$\varrho = \frac{c_x^2}{g_1} \text{ ist.} \quad \ldots \ldots \quad 29)$$

Unter der Voraussetzung, daß sich das Rad vom Radius r mit der Winkelgeschwindigkeit w bewegt, und daß die horizontale Fortbewegungsgeschwindigkeit

$$c_x = r\omega \quad \ldots \ldots \quad 30)$$

ist, ist der Ort der Momentanzentra eine gerade Linie, die in die Schienenoberfläche fällt. Führt das Rad dagegen die geschilderte Fallbewegung aus, dann liegt das Momentanzentrum jeweils in den Kurvennormalen der Fallkurve in einem Abstand ϱ' von

$$\varrho' = \frac{c_x}{w \cos \varphi} \quad \ldots \ldots \quad 31)$$

oder nach Einsetzung des Wertes c_x von 30):

$$\varrho' = \frac{r}{\cos \varphi} \sim r\left(1 + \frac{\varphi^2}{2}\right), \quad \ldots \ldots \quad 32)$$

wenn angenähert $\varphi = \frac{dy}{dx}$ gesetzt wird, was wegen der Kleinheit der Winkel zulässig ist.

Trägt man von dem Scheitelpunkt der durch 28) charakterisierten Parabel die Länge r nach abwärts ab und nimmt diesen Punkt als Ursprung des Koordinatensystems (x' y') für den Ort der Momentanzentra, dann ergeben sich mit Hilfe von 27), 28), 29) und 32) die Annäherungsgleichungen

$$x' = x\left(1 - \frac{r}{\varrho}\right) \quad \ldots \ldots \quad 33)$$

$$y' = x\left(1 + \frac{r}{\varrho}\right), \quad \ldots \ldots \quad 34)$$

wenn, wie in 32), angenommen wird, daß die in Betracht kommenden Winkel klein sind. Ist $r > \varrho$, dann wird x' entgegengesetzt gerichtet zu x.

Zahlenbeispiel: Ist $F = 2250$ kg, $G = 500$ kg, $\Theta = 37{,}2$, $q = 1{,}435$ m, $m = 27{,}8$, dann ist die Beschleunigung, mit der das Rad nach abwärts geschleudert wird, nach 23) $g_1 = 90$; ist weiter $T = \frac{1}{160}''$ die Gesamtzeit der Abwärtsbewegung, dann ist die Vertikalgeschwindigkeit am Ende der Bewegung nach 24) $\frac{dy}{dt} = 0{,}562$ m; der dazugehörige Wert von x ist bei 8 m horizontaler Schwerpunktsgeschwindigkeit nach 26) $x = 0{,}05$ m. Nach 27) ergibt sich $\frac{dy}{dx} = \varphi = 0{,}07$, nach 28) $y = 0{,}0018$ m, nach 29) $\varrho = 0{,}713$ m. Ist $r = 0{,}4$ m, dann ergibt sich weiter nach Gleichung 30) $w = 20$, nach 23) $\varrho' = 0{,}401$, nach 33) $x' = 0{,}022$ m und nach 34) $y' = 0{,}0028$ m.

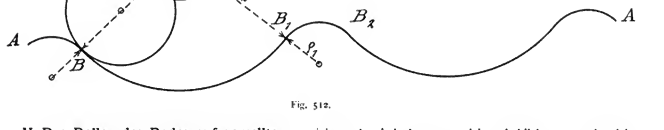


Fig. 512.

V. Das Rollen des Rades auf gewellter Schienenoberfläche.

Wie im vorhergehenden Kapitel sei wiederum angenommen, daß der ganze Rollvorgang in der Schwerpunktsebene normal zur Achse stattfindet, in der auch sämtliche Kräfte wirken. In Fig. 512 stelle die gewellte Kurve AA die Schienenoberfläche dar; die mittleren Krümmungsradien der nach oben konvexen und konkaven Kurven seien ϱ_1 und ϱ_2. Die Bahn des Radschwerpunktes ist eine Äquidistante zur Kurve AA mit den Krümmungsradien $\varrho_1 + r$ bzw. $\varrho_2 - r$, wenn r den Halbmesser des Laufrades bedeutet. Die Geschwindigkeit des Laufrades wird im allgemeinen am Tiefstpunkt der Wellenkurve am höchsten sein, doch sind die Geschwindigkeitsunterschiede wegen der geringen Höhe der Riffeln so gering, daß sie für die folgende Untersuchung vernachlässigt werden können. Die mittlere Horizontalgeschwindigkeit des Schwerpunktes sei c. Alsdann ist der Auflagedruck P_1 zwischen BB_1 angenähert

$$P_1 = \frac{m\,c^2}{\varrho_2 - r} + m g_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 35)$$

und zwischen $B_1 B_2$ der Auflagedruck P_2

$$P_2 = m g_1 - \frac{m\,c^2}{r + \varrho_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 36)$$

Zahlenbeispiel: Ist $m = 27{,}8$, $c = 8$ m, $\varrho_2 = 0{,}5$ m, $r = 0{,}4$ m, $g_1 = 90$, dann ist $P_1 = 20\,300$ kg; für $\varrho_2 = 0{,}8$, $1{,}5$ m folgt $P_1 = 6950$, 4120 kg. P_2 wird für $\varrho_1 = 0{,}313$ m gleich Null.

Durch Multiplikation von 35) mit dt und Integration ergibt sich für das Wellental:

$$\int_u^v P_1\,dt = \int_u^v \frac{m\,c^2}{\varrho_2 - r}\,dt + \int_u^v m g_1\,dt \quad . \quad . \quad . \quad 37)$$

Da alle Größen hinter dem Integralzeichen konstant sind, so ergibt sich:

$$\int_u^v P_1\,dt = \frac{m\,c^2}{\varrho_2 - r}\,T + m g_1\,T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 38)$$

Setzt man den Winkel $BOB_1 = \varphi_1$, dann ergibt sich

$$T = \frac{(\varrho_2 - r)\,\varphi_1}{c} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 39)$$

und Gleichung 38) verwandelt sich unter Benutzung von 39)

$$\int_u^v P_1\,dt = m c\,\varphi_1 + \frac{m g_1 (\varrho_2 - r)\,\varphi_1}{c} \quad . \quad . \quad 40)$$

Für $\varrho_2 = r$ verschwindet das zweite Glied und das Integral wird gleich $mc\varphi_1$, also ebenso groß wie die Normalkomponente der Bewegungsgröße eines auf eine schiefe, unter dem Winkel φ geneigte Ebene stoßenden Rades. Es werden also für alle Fälle, bei denen $\varrho_2 = r$ ist, oder bei denen ϱ_2 nicht erheblich von r abweicht, beim Rollen in einer Hohlkehle ähnliche Erscheinungen auftreten wie beim Gegeneinanderstoßen zweier Körper.

Zahlenbeispiel: Es sei $\varphi_1 = 0{,}14$, $r = 0{,}4$ m, $\varrho_2 = 0{,}5$ m, $c = 8$ m, $m = 27{,}8$, $g_1 = 90$, dann ist $\int_u^v P_1\,dt = 31{,}1 + 4{,}38 = 35{,}48$.

Von Interesse ist noch die Geschwindigkeit, mit der die Momentanachse wechselt. Dieselbe ist bekanntlich

$$n_1 = \frac{w}{\frac{1}{r} - \frac{1}{\varrho_2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 41)$$

für das Wellental und

$$n_2 = \frac{w}{\frac{1}{r} + \frac{1}{\varrho_1}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 42)$$

für den Wellenbug, wobei n_1 und n_2 die Wechselgeschwindigkeiten der Momentanachsen bedeuten.

Zahlenbeispiel: Für $w = \frac{v}{r} = 20$, $r = 0{,}4$ m, $\varrho_2 = 0{,}5$, $0{,}8$, $1{,}5$ m, $\varrho_1 = 0{,}313$ m ist $n_1 = 40$, 16, 11 m und $n_2 = 3{,}52$ m pro Sekunde.

Es ist klar, daß der Wechsel zwischen P_1 und P_2 in Wirklichkeit nicht unvermittelt vor sich gehen kann, sondern allmählich. Ebenso wird infolge der Elastizität und der Massenwirkungen des Rades, der Schiene und der Unterlage die Schiene in lebhafte Schwingungen geraten und der Schwerpunkt des Rades wird nicht eine Kreisbahn vom Radius $\varrho_2 - r$, sondern eine schärfere Kurve beschreiben.

Wird P_2 in Gleichung 36) negativ, dann hebt sich das Rad von der Schiene ab und fliegt von Wellental zu Wellental. Beim Auftreffen auf die Schiene entsteht jeweils ein Stoß, der in den folgenden Kapiteln näher untersucht werden soll. (Fortsetzung folgt.)

Kleine Nachrichten.

Umwandlung der mechanischen Energie in elektrische.

Ein neues Dynamometer für Gasmotoren zeigt die untenstehende Fig. 513. Es dient zur Messung der Leistung und bietet zugleich ein Mittel zur Bestimmung des Anlaufmomentes und der Reibungsverluste unter verschiedenen Betriebsbedingungen. Der zu prüfende Gasmotor wird auf einen zum Dynamometer gehörigen Fundamentrahmen aus Walzeisen befestigt. Die Leistung L ergibt sich aus der Formel

$$L = \frac{A \cdot P \cdot l \cdot n}{2250}$$

in der P das Gewicht in kg am Hebelarm l in m, vom Ankermittel aus gemessen, und n die Drehzahl bedeutet. Da bei der Prüfung der Maschinen nur die Drehzahl n und das Gewicht P verändert werden, kann man die Leistung L als Funktion dieser beiden Größen in einer Kurve oder Tabelle darstellen, mit Hilfe deren jeder Arbeiter die Prüfung vornehmen kann.

Viele Maschinenfabriken begnügten sich bisher damit, ihre Gasmotoren so lange laufen zu lassen, bis sie sich eingelaufen hatten, und nahmen keinerlei Leistungsbestimmungen vor. Andere bedienten sich dazu des Pronyschen Zaunes. Dabei treten jedoch durch die Veränderung der Reibung leicht Schwingungen auf, die das Ablesen erschweren. Namentlich ist es schwierig, die Leistung längere Zeit konstant zu halten. Man hat es deshalb neuerdings wiederholt vorgezogen, die Leistung der Gasmotoren durch Strom- und Spannungsmessung einer Dynamomaschine zu ermitteln, die man mit dem Motor kuppelt. Hier müssen jedoch die Verluste in der Dynamomaschine sorgfältig berücksichtigt werden, eine oft schwierige und zeitraubende Arbeit. Den hydraulischen Dynamometern haften namentlich die Übelstände an, daß sie nur für beschränkte Tourenbereiche verwendbar sind, bei geringen Geschwindigkeiten leicht stecken bleiben und unbequeme Anschlüsse mit der Wasserleitung erfordern.

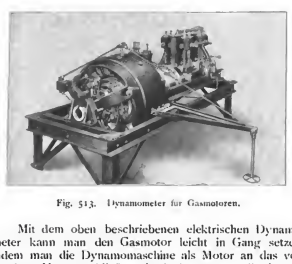


Fig. 513. Dynamometer für Gasmotoren.

Mit dem oben beschriebenen elektrischen Dynamometer kann man den Gasmotor leicht in Gang setzen, indem man die Dynamomaschine als Motor an das vorhandene Netz anschließt. Auch kann man die Bremsarbeit nützlich an das Netz abgeben.

Allgemeines.

Meßbrücke mit Galvanoskop für Blitzableiter- und Widerstandsmessungen aller Art. Nach Prof. Ruppel. Die Erkenntnis von der Nützlichkeit sachgemäßer Blitzableiteranlagen dringt in weiteren Kreisen erfreulicherweise immer mehr durch. Namentlich sind auch auf dem Lande, wo die durch den Blitz verursachten Beschädigungen erfahrungsgemäß am größten sind, die Zahl der Blitzableiter in den letzten Jahren erheblich gewachsen. Dazu kommt, daß die Leitsätze über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz die Anforderungen, die an Blitzableiteranlagen zu stellen sind, klar darlegen.

Fig. 514.

Da in diesen Leitsätzen die Notwendigkeit wiederholter sachverständiger Untersuchungen der Anlagen ausdrücklich hervorgehoben ist, so gewinnt bei der stetigen Zunahme der Blitzableiter auch die Herstellung von Apparaten zur Vornahme der Prüfungen erhöhte Bedeutung. Die Mehrzahl der bisher bekannten Einrichtungen ist jedoch infolge ihres meist bedeutenden Gewichtes wenig geeignet zum Transport auf größeren Landtouren und infolge ihrer komplizierten Bedienung nicht von jedermann zu benutzen. Diesen Mängeln ist durch den in Fig. 514 abgebildeten Blitzableiter-Prüfapparat abgeholfen worden; derselbe dürfte allen in der Blitzableiterpraxis gestellten Anforderungen genügen.

Der Apparat stellt eine Meßbrücke dar, welche eine vielseitige Verwendung gestattet und dabei in der Handhabung und Ablesung einfacher ist als die bisher verwendeten Meßbrücken. Obwohl die Brücke mit zwei Meßbereichen von 0,1 bis 20 Ohm und von 2 bis 500 Ohm ausgestattet ist, so fallen bei ihr doch alle Umrechnungen, Multiplikationen usw. fort. Bei der vorliegenden Ausführung wird der ermittelte Wert stets direkt in Ohm abgelesen.

Da die Brücke ohne Induktionsapparat arbeitet, so fallen alle die Naehteile fort, welche ein Induktionsapparat mit sich bringt.

Bei der Ruppelschen Brücke fällt die Verwendung eines Telephons fort. Dies ist ein sehr großer Vorteil, den alle diejenigen zu schätzen wissen, welche sich schon mit Telephonmeßbrücken geplagt haben.

Bei Messungen in belebten Straßen oder in der Nähe von Fabriken ist ein gutes Arbeiten mit Telephon fast ganz ausgeschlossen. Ferner verschwindet bei vielen Messungen das Geräusch im Telephon überhaupt nicht. Dies ist besonders der Fall bei den Messungen, wo die Erdleitung an die Wasserleitung angeschlossen ist. Hier ist aber die Verwendung von Telephon und Wechselstrom, da es sich um eine rein metallische Verbindung handelt, völlig überflüssig und eher hinderlich. Die richtig ausgeführten Anlagen werden nun, wenn irgend angängig, an Wasserleitung angeschlossen, so daß gerade diese Messung jetzt sehr häufig vorkommt.

Durch die eigenartige Stromerzeugung der Ruppelschen Meßbrücke ist es möglich, ohne Umschaltung sowohl mit Wechselstrom als mit Gleichstrom messen zu können und in beiden Fällen ein Galvanoskop zu verwenden. Man hat hierdurch den sehr großen Vorteil,

daß die Ablesung durch das Auge erfolgt und nicht durch das bei verschiedenen Personen ungleich empfindliche und Störungen leicht ausgesetzte Gehör. Hierdurch ist es aber zugleich möglich geworden, dieselbe Meßbrücke zur Messung von induktiven, induktionslosen sowie auch von Flüssigkeitswiderständen zu benutzen, wie durch eine Untersuchung in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt festgestellt worden ist. Sie kann demgemäß zur Messung des Widerstandes von Ankern, Erregerspulen, Transformatorenwicklungen, des inneren Widerstandes von nassen und trockenen Elementen usf. benutzt werden.

Ein weiterer Vorteil, der die Brücke gerade bei Blitzableiter-Untersuchungen und allen Messungen im Freien sämtlichen anderen Brücken weit überlegen macht, ist ihre völlig geschlossene, geschützte Anordnung. Gleitdraht, Skala und alle irgend empfindlichen Teile liegen, selbst bei den Messungen, völlig geschützt. Die Brücke ist also gegen Witterungseinflüsse und nicht sachgemäße Behandlung völlig unempfindlich. Durch die Vereinfachung der Konstruktion und die gedrängte Bauart ist es gelungen, den Preis der Brücke trotz der vielen Verbesserungen sehr niedrig zu halten. Als Zubehör zur Meßbrücke gehört eine Kabelwinde, die gestattet, Hilfsleitungen von ca. 50 m Länge so aufzuwinden, daß die Verwendung dieser Leitung sich sehr einfach gestaltet. Die Drähte werden bei dieser Anordnung induktionsfrei aufgewickelt, so daß die beiden Enden außerhalb der Winde frei bleiben.

Ferner ist im Transportkasten Platz für Universalklemmen vorgesehen. Diese ermöglichen es, dieselbe Klemme zur Messung an verschieden geformten Körpern zu verwenden. Die Herstellung der praktischen Meßbrücke hat die Dr. Paul Meyer A.-G., Berlin N. 39, übernommen.

Aus den Geschäftsberichten.

Dritter Rechenschaftsbericht des Straßenbahnamtes der Provinzialhauptstadt Mainz für das Rechnungsjahr 1906.

Die städtische Straßenbahn hat sich in dem Rechnungsjahre 1906, dem zweiten Jahre mit vollem elektrischen Betriebe, erfreulicherweise günstig weiterentwickelt, so daß gegenüber dem Vorjahre sich ein Mehr in der Verkehrseinnahme von M. 62276,38 gleich 9,35 % ergab. Trotzdem diesen Mehreinnahmen erhebliche Mehrausgaben gegenüberstanden — durch Steigerung der Preise der Rohmaterialien und durch Mehraufwendung für Gewährung von Familien- und Teuerungszulagen für das Fahrpersonal und die Beamten in Höhe von rd. M. 11000, gestaltete sich der Betriebskoeffizient, das Verhältnis zwischen Betriebsausgaben und Betriebseinnahmen, günstiger als im Vorjahre, er fiel von 61,9 % auf 60,9 %. Die am 5. April 1905 von der Stadtverordnetenversammlung beschlossene Linie Straßenbahnamt — Ingelheimer Aue, zur Aufschließung des Industriegebietes wurde am 1. Juli eröffnet und der Betrieb mit 20 Minutenverkehr im Anschluß an die Linie Bismarckplatz—Weisenau mit einem Pendelwagen geführt. Zur Steigerung der Verkehrseinnahme trug diese Linie nur unwesentlich bei, es wurden, wie vorausgesehen, die Betriebsausgaben nicht vollständig gedeckt, weshalb erwogen werden soll, eine außerordentliche Abschreibung auf die Baukosten zu Lasten des Kredites für Herstellung eines Industriegeländes auf der Ingelheimer Aue vorzunehmen.

Der Betrieb hat sich, abgesehen von einigen Sperrungen auf Teilstrecken während öffentlicher Veranstaltungen in den Straßen, regelmäßig abgewickelt. Die ungewöhnlich starken Schneefälle brachten durch rechtzeitiges Ausfahren der Salzstreuwagen keine Schwierigkeiten.

Die Fahrleistung stieg von 1706810 Wagen-km im Vorjahre auf 1878244 Wagen-km, die Zahl der beförderten Personen von 6052184 auf 7003851, die Einnahmen aus dem Personenverkehr von M. 604006,10 auf M. 666282,48. Die Einnahmen aus Brückengeld sind in dieser Summe nicht enthalten, da dieselben gemäß Vertrag mit Großh. Ministerium der Finanzen, Abteilung für Steuerwesen, halbmonatlich an den Brückengeldpächter abzuführen sind. Gegen Zahlung von Brückengeld wurden 506321 Personen über die Rheinbrücke befördert und wurden hierfür M. 25316,05 Brückengeld (M. 23068,65 im Vorjahre) vereinnahmt und abgeführt; die Zahl der beförderten brückengeldfreien Personen betrug rd. 238000, gleich 47 % der brückengeldpflichtigen.

Die höchste Tageseinnahme wurde während des Gautumfestes in Weisenau am 17. Juni mit M. 3080 erzielt, die niedrigste Tageseinnahme brachte der 26. April (Donnerstag) mit M. 1330. Die Tageseinnahme im Durchschnitt stieg von M. 1654,81 im Vorjahre um M. 170,62 auf M. 1825,43.

Der Gesamteinnahme von . M. 803309,49
steht eine Gesamtausgabe von . „ 766755,24
gegenüber, so daß der Reinüberschuß M. 36454,25 beträgt.

Nach Beschluß der Stadtverordnetenversammlung vom 16. Oktober 1907 hat die Verwendung des Reinüberschusses wie folgt zu geschehen:

1. Zur Tilgung des Betrages für eine Kletterweiche M. 1415,53.

2. Außerordentliche Tilgung der Entschädigungssumme an die Süddeutsche Eisenbahn-Ges. M. 35038,72.

Da bei dem Bücherabschluß der Beitrag zur Haftpflicht-Gegenseitigkeitsversicherung noch nicht feststand, ist übersehen worden, die hierfür nötige Summe zu übertragen; sie wird einschließlich der im Rechnungsjahre 1905 vorgetragenen auf M. 6500 geschätzt. Ebenso konnte die Berechnung eines Betrages von M. 3453,20 für Pflasterunterhaltungsarbeiten durch das Tiefbauamt noch nicht vorgenommen werden, da die Verhandlungen noch nicht abgeschlossen waren. Mit diesen Beträgen sind die entsprechenden Rubriken im Rechnungsjahre 1907 zu belasten.

In der obengenannten Gesamtausgabe von M. 766755,24 sind enthalten:

1. Die an die Stadtkasse abgeführten Beträge und zwar:

a) die Zinsen von den für das Straßenbahnunternehmen aufgewendeten Kapitalien mit	M.	115387,57
b) die planmäßigen Tilgungsbeträge dieser Kapitalien mit		24584,26
zusammen	M.	139971,83

2. Die satzungsgemäßen Rücklagen:

a) für den Erneuerungsfond mit . .		88003,18
b) für den Reservefond mit		1000,—
zusammen	M.	89003,18

Bis Ende des Rechnungsjahres 1905 war die an die Süddeutsche Eisenbahngesellschaft geleistete Entschädigung für das übernommene Pferdebahnunternehmen nebst Nebenkosten im Betrage von . . . . M. 1416989,46 abgeschrieben bis auf 978393,26

Im Rechnungsjahr 1906 gehen weiter ab:

der Erlös für Geschirre etc. mit M.	116,85	
die planmäßige Tilgung mit »	7500,38	
die außerordentliche Tilgung, siehe oben, mit . . . . »	35038,72	M. 42655,95
so daß die Restentschädigung Ende des Rechnungsjahres 1906 beträgt . . .		M. 935737,31

Über die im abgelaufenen Jahre vorgekommenen Unfälle ist zu berichten, daß außer einigen unbedeutenden Personenverletzungen und kleineren Zusammenstößen zwei Personen erheblicher verletzt wurden.

Der Bestand an Motor- und Anhängewagen erfuhr gegenüber dem Vorjahre keine Veränderung.

An Hilfs- und Gerätewagen wurde ein mit Pferden zu bespannender Montagewagen und eine ausziehbare Montageleiter beschafft, ferner ein Salzstreuwagen mit drehbarer Trommel in der Betriebswerkstatt hergestellt.

An den Motorwagen wurden 45 (49) Hauptrevisionen nach durchschnittlich 34343 (33206) Wagen-km vorgenommen, hierbei wurden die üblichen Ersatz- und Erneuerungsarbeiten erledigt, 13 Wagen wurden neu lackiert, das Holzwerk abgezogen, teils poliert und teils lackiert. Die durchschnittliche Lebensdauer der kleinen Zahnräder betrug 65775 (49460) Wagen-km, die der Schleifstücke der Stromabnehmer 47142 (30103) Wagen-km.

Die Betriebsgleislänge betrug am Ende des Berichtsjahres auf der Linie

I Rundbahn (einschl. Kastel) . .	9536 m		
II Bismarckplatz — Weisenau (und Ingel. Aue)	11849 »	27,097 km	
III Neuer Brunnen — Mombach . .	5712 »		
Die Länge der Betriebsstrecke	I	4780 m	
beträgt bei Linie	II	8281 »	16,905 km.
	III	3844 »	

Die Gleislänge der drei Linien einschließlich der Abstellgleise und Gleiswechsel, der Depot- und zu dem Depot führenden Gleise beträgt zusammen 29,613 km.

Die Lieferung der Betriebsmittel für die neuen Vorortbahnen nach Kostheim und Gonsenheim wurden den Siemens-Schuckertwerken und der Ver. Maschinenbaugesellschaft Augsburg und Nürnberg nach vorangegangener, engerer Submission übertragen.

Der Vertrag mit dem Baubureau der Siemens-Schuckertwerke über Unterhaltung der Arbeitsleitungen wurde gekündigt und werden die Unterhaltungsarbeiten vom 1. April 1907 ab von eigenen Schlossern vorgenommen.

Durch die projektierten Vorortbahnen wurde eine Vergrößerung des Umformerwerkes notwendig; es wurde durch das städtische Elektrizitätswerk, welchem der Betrieb des Umformerwerkes untersteht, ein Umformer von 500 PS-Leistung den Siemens-Schuckertwerken zur Lieferung übertragen.

Für die bisher zur Ausgabe gelangten Ermäßigungskarten zu M. 1 für zwölf Zehnpfennigfahrten wurden aus Verwaltungsgründen Karten zum Preise von 50 Pf. für sechs Zehnpfennigfahrten eingeführt.

Die für die Monatskarten von M. 10 zu erhebende Fahrkartensteuer in Höhe von 20 Pf. pro Karte ist auf diese Karten zugeschlagen, so daß vom 1. August 1906 ab der Preis der Monatskarten auf M. 10,20 festgesetzt worden ist.

Der bisherige Zonentarif blieb weiter bestehen, einige Taxgrenzen wurden namentlich im Interesse des Arbeiterverkehrs verschoben; die Linie Straßenbahnamt—Ingelheimer Aue wurde als eine Zone festgesetzt.

Der Personalbestand am Ende des Berichtsjahres ist aus nachstehender Tabelle ersichtlich.

Es waren beschäftigt	1906	1905
Verwaltung	9	6
Fahrdienst	136	120
Werkstätten und Wagenhallen . . .	51	32
Strecke	13	12
insgesamt	209	176
mithin mehr	33	

Neue Bücher.

Die drahtlose Telegraphie im internen und Völkerrecht. Von Dr. F. Meili, Professor in Zürich. Zürich 1908, Orell Füßli. 100 Seiten. (Frs. 3,50.)

Früher wie alle anderen Verkehrsgebiete, ist die drahtlose Telegraphie zu einer internationalen Ordnung zu einer Zeit gelangt, in der die inländischen Gesetzgebungen auf diesem Gebiete in den meisten Staaten noch im Rückstande sind. Am 1. Juli l. J. tritt das am 3. November 1906 in Berlin abgeschlossene internationale Übereinkommen über die Funkentelegraphie in Kraft, das die Einrichtung und den Betrieb, die Gebühren und die Haftpflicht regelt. Eine Ergänzung zu diesem wörtlich aufgenommenen Übereinkommen bildet die vorliegende Arbeit des bekannten Bearbeiters des Telegraphen-, Post- und Telephonrechts. Sie ist vorwiegend rechtsvergleichender Natur und stellt nach einleitenden technischen und statistischen Angaben einerseits das inländische Recht der Kulturstaaten, anderseits die in Betracht kommenden Sätze des Völkerrechts zusammen. Sein Ausgangspunkt ist die bisherige allgemeine Unterordnung der Radiotelegraphie unter das Telegraphenrecht, wenige Staaten erst haben sich zum Erlasse eines Sondergesetzes bewogen gefühlt. Die rasche Ausdehnung der Telefunkenstationen wird bald allgemein ihre große Bedeutung in internationalen Verkehr erkennen lassen, für die Lösung der damit hervortretenden Rechtsfragen muß dann das vorliegende Buch besonders empfohlen werden.

Coermann.

Grundlagen der Elektrotechnik. Von Dr. R. Blochmann. Aus Natur und Geisteswelt. 168 Bändchen. 106 Seiten mit 128 Abbildungen. Leipzig 1907, Verlag von B. G. Teubner.

Das Büchlein ist eine Zusammenstellung von elementaren Vorträgen, die der Verfasser an der Universität in Kiel vor Arbeitern, Lehrern etc. gehalten hat. Mit den einfachsten Mitteln und oft unter Zuhilfenahme von Vorgängen des gewöhnlichen Lebens, erklärt der Verfasser in sechs Vorlesungen das Wesentlichste der elektrischen Erscheinungen und ihrer Nutzbarmachung im praktischen Leben. Die Darstellungsweise ist recht gut und wohl für jedermann verständlich. Die Figuren, die zur Unterstützung des Textes eingeflochten sind, sind zweckentsprechend gewählt.

Kyser.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

1. Ganze Kraftanlagen (Kraftwerke).

The Electrical Equipment of the Mauretania. Martin, Inst. of Enging. and Shipbuilders. (Elect. Enging., 9. April 1908.)* Die elektrische Generatoranlage des Cunarddampfers Mauretania besteht aus vier Parsonsturbogeneratoren, mit einer Gesamtleistung von 2200 PS; der Anschlußwert der Motoren und Glühlampen beträgt 2775 PS, doch genügen für den gewöhnlichen Betrieb zwei Generatoren, welche Gleich-

strom von 110 Volt bei 1200 Umdr. pro Min. liefern. Je zwei Generatoren sind in eigenen, durch wasserdichte Wände getrennten Räumen untergebracht und besitzen je eine Schalttafel. An Stelle der Schmelzsicherungen sind an letzterer automatische Stromunterbrecher mit Relais vorgesehen, welche auch von Hand aus betätigt werden können. Die Hauptkabel werden durch den Kohlen- und Kesselraum längs der Schiffswand in eigenartigen Porzellanführungen geführt, welche mit einer doppelten Asbestschicht gegen Feuchtigkeit geschützt sind. Es gibt 48 Hauptkabelleitungen und 24 Verteilungsschalttafeln, von welchen zehn für Motoren, die übrigen für Schiffsbeleuchtung dienen. Die Beleuchtung erfolgt in zwei voneinander unabhängigen Stromkreisen mit 6300 Glühlampen. Die Hilfs- und Verteilungsschalttafeln sind mit zweipoligen Zinkschmelzsicherungen versehen, die Zweigleitungen als Gummikabel durchgeführt. An Motoren sind vorhanden:

Motoren		Gesamtleistung PS		
16	mit	800	für	32 Kesselgebläse,
28	»	276	»	Ventilation des Maschinenraumes,
16	»	52	»	Ventilation der Schiffsräume,
18	»	400	»	Hilfsmaschinenantrieb,
53	»	156	»	die Warmluftheizanlage,
4	»	64	»	die Kältemaschinen,
2	»	16	»	Personenaufzüge,
4	»	108	»	Bootswinden,
8	»	48	»	Krane auf Deck,
6	»	20	»	Paket- und Frachtenaufzüge,
6	»	20	»	Speisen- und Küchenaufzüge,
1	»	5	»	drahtlose Telegraphie,
2	»	10	»	Druckerei (Schiffszeitung).

Ferner dienen noch für Kochapparate und Küchenmaschinen 20 PS und 80 PS für elektrische Heizapparate; die Gesamtleistung aller Motoren beträgt 2133 PS. An Schwachstromleitungen (Telephon, Signal, Klingel und Feuermeldung) sind über 300 km vorhanden.

Das Emser Blei- und Silberwerk, unter besonderer Berücksichtigung der in den letzten Jahren geschaffenen Neuanlagen. Von H. L. Linkenbach, Ems. (Zeitschrift »Glückauf«, 21. März 1908. Es wird zunächst ein Überblick über die geologischen Verhältnisse sowie den Betrieb der Gruben, der Aufbereitungen und der Hütte gegeben. Alsdann werden die maschinellen Anlagen über und unter Tage, die zum Sümpfen eines größeren Teiles der Gruben und zum Wasserhalten ausgeführt sind, beschrieben. Die ganze Anlage ist dadurch bemerkenswert, daß in weitgehendstem Umfange Sulzersche Zentrifugalpumpen, angetrieben durch Drehstrommotoren, sowohl für die feststehenden Wasserhaltungen, als auch insbesondere für den Sümpfbetrieb verwandt sind. In dem Kraftwerk stehen gegenwärtig zwei Drehstromgeneratoren von je 1440 KVA, Leistung und 8000 Volt Spannung, sowie für Erregung und Beleuchtung zwei Motorgeneratoren von je 55 KW und eine durch besondere Dampfmaschine angetriebene Gleichstrommaschine von 24 KW für Erstererregung. Der größte Teil der Sekundärbetriebe entfällt auf die rd. 4 km von dem Kraftwerk entfernt liegende Grube Merkur, deren Grubenbauten im Jahre 1901 wegen der hohen Kosten der Wasserhebung, gegeben durch Unwirtschaftlichkeit der alten unterirdischen Dampfpumpen, von der 500 m Sohle bis zur 255 m Sohle unter Wasser gesetzt waren. Die erste Aufgabe der elektrischen Anlage bestand hier in dem Sümpfen der ersoffenen Grubenbauten, was mit zwei senkrechten Sulzerschen Abteufpumpen bekannter Bauart 1904 und 1905 ausgeführt wurde. Die Motoren dieser Pumpen, Drehstrommotoren der Siemens-Schuckertwerke, arbeiten mit 1000 Volt und werden mittels Anlaßtransformatoren von oben angelassen. An stationären Pumpen arbeiten jetzt nach Trockenlegung der ganzen Grubenbauten sechs Sulzerpumpen, wovon drei auf der 255 m Sohle und drei auf der 510 m Sohle, welch letztere den ersteren die Wasser zuheben, stehen. Jede Pumpe hebt 2,5 cbm/Min. auf 250 m, welche Leistung auch die senkrechten Abteufpumpen hatten.

Die ganze Anlage ist, vom elektrischen Teil abgesehen, besonders auch wegen der von Gebr. Sulzer sehr vollkommen ausgeführten Dampfanlage des Kraftwerkes, die eine sehr hohe Verdampfung der Kohle, etwa 5,5 fach bei Braunkohle, und daher sehr niedrigen Kohlenverbrauch besitzt, bemerkenswert.

3. Umwandlung der mechanischen Energie in elektrische.

Commutating-Pole Generators in Station of Boston Elevated Railway Company. (El. World, 8. Febr. 1908, S. 310.)* Für die Bostoner Hochbahngesellschaft sind kürzlich zwei 2700 KW-Gleichstrom-Wendepolgeneratoren von der General-Electric Co. geliefert worden, deren Ankerdurchmesser um 137 cm kleiner ist als der für die gleiche Gesellschaft früher gelieferten Generatoren derselben Leistung ohne Wendepole. Bei den neuen Generatoren soll bei Vollast (4700 Amp. bei 575 Volt) die Übertemperatur nicht über 35° C steigen, ferner sollen die Maschinen imstande sein, eine plötzliche Überlastung von 100% auszuhalten.

Zur Entwicklung der Gleichstrom-Turbodynamos. Von R. Pohl. (E. T. Z., 6., 13. und 20. Febr. 1908, S. 113, 137 und 168.)* Die Leistungsgrenze der Gleichstrom-Turbodynamos wird durch die Funkengrenze bestimmt. Die durch die hohen Wechselzahlen im Anker erzeugten großen Eisenverluste verursachen eine solche Erwärmung des Ankers, daß er künstlich gekühlt werden muß. Eine große Gefahr bildet das infolge einer zu hohen Segmentspannung auftretende Überschlagen der Spannung um den ganzen Kollektor (Rundfeuer). Die sog. »Rundfeuergrenze« ist in der Hauptsache maßgebend für die Leistungsgrenze Mit der Segmentspannung soll man, trotz breiterer Glimmersegmente 40 Volt nicht überschreiten. Nimmt man außerdem für den Anker die höchst zulässige Umfangsgeschwindigkeit zu 75 m pro Sek., so ergibt sich die größtmögliche Linienzahl pro 1 cm Ankerumfang zu 267000 und die mittlere Luftinduktion zu ca. 5000. — Da die Dampfturbinen bei Leistungen über 400 KW im allgemeinen eine höhere Drehzahl haben als für den Bau von Gleichstromturbos derselben Leistung stattaft ist, so werden Einheiten von über 400 KW meist in zwei Generatoren ausgeführt. — Zurzeit sind zur Erreichung funkenlosen Ganges folgende Kompensierungssysteme in Gebrauch: 1. selbsttätige, der Belastung folgende Bürstenverstellung. 2. Wendepole ohne Kompensationswicklung auf den Hauptpolen. 3. Erregte Wendepole mit einfacher Kompensationswicklung auf den Hauptpolen. 4. ausgebildete Wendepole mit Überkompensationswicklung

auf den Hauptpolen. 5. Überkompensationswicklung ohne ausgeprägte Wendepole. Parsons & Co. benutzten früher Mittel 1, da es aber bei schnellen Belastungsschwankungen versagte, wenden sie jetzt Mittel 5 an, dabei muß stark überkompensiert werden $\left(\text{ca. } \frac{5}{3}\right)$. Eine vollkommene Kompensierung vermindert die maximale Segmentspannung und rückt daher die Rundfeuergrenze herunter. — Umfangsgeschwindigkeit des Kollektors 30 bis 40, vereinzelt bis 50 m/Sek. Die Welle wird meist so stark gewählt, daß die kritische Drehzahl ca. 40% über der normalen liegt. Als Beispiele für den mechanischen und elektrischen Entwurf sind die Hauptangaben und Konstruktionszeichnungen gebracht für je einen Gleichstrom-Turbogenerator der Maschinenfabrik Oerlikon und von Brown, Boveri & Co. und je zwei von der A. E. G. und von den Siemens-Schuckertwerken.

The Losses in Pole Shoes due to Armature Teeth. (Electr. Enging., 13. Febr. 1908.)* Vortrag von F. Wall. Inst. of El. Eng. Newcastle. Der Verfasser teilt die Versuchsergebnisse mit zur Bestimmung der Arbeitsverluste in Polschuhen durch die Pulsationen der Kraftliniendichte infolge der vorüber gehenden Ankerzähne. Die Messungen geschahen unter der Annahme, daß diese Verluste (Wirbelstromverluste) vollständig in Wärme umgesetzt werden. Die Versuchsanordnung bestand aus einer vierpoligen 5 PS-Gleichstromdynamo mit Wendepolen, von welcher jedoch nur zwei Hauptpole und ein dazwischen liegender Hilfspol benutzt wurde, bei Änderung der

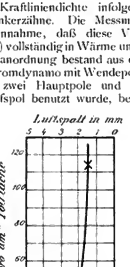


Fig. 515.

Polarität der Hauptpole. Hatten die beiden Hauptpole ungleiche Polarität, so ging der Kraftfluß unmittelbar von Pol zu Pol, bei gleicher Polarität jedoch vom Haupt- zum Hilfspol, so daß die Gesamtwärme infolge der zusätzlichen Eisenverluste im Hilfspol zunahm. Zur Bestimmung dieser Verluste wurde der Hilfspol mit Längsschlitzen versehen, welche mit einer in Glimmer gehetteten Spule bewickelt waren und durch Messung der Stromstärke, welche bei ungleichen Hauptpolen dieselbe Erwärmung hervorrief, wie die zusätzlichen Wirbelstromverluste bei gleicher Polarität. Die Temperatursteigerung wurde durch an den Eisenkörper angeschlossene Thermosäulen und Potentiometer gemessen. Die Untersuchungen erstreckten sich auf folgende Beziehungen:

1. Abhängigkeit der Wirbelstromverluste W_δ pro qdm Oberfläche in den Polschuhen von der Felddichte B_z und ergaben das Gesetz $W_\delta = k \cdot B_z^{2\cdot3}$ aus dem graphischen Bilde abgeleitet.

2. Zusammenhang zwischen Wirbelstromverlust W_δ und Drehzahl n: $W_\delta \quad k \cdot \left(\frac{Z \cdot n}{60}\right)^{3,5}$ in Watt pro qdm, wenn Z die Anzahl der Ankerzähne bedeutet.

3. Einfluß des Verhältnisses Luftspalt zu Nutenbreite auf die Wirbelstromverluste ergab die Gleichung:

$$W \cdot \delta = k \cdot \left(\frac{t_1 - z_1}{\delta}\right)^{3,5},$$

worin $t_1 - z_1 =$ Nutenbreite, δ Luftspaltdrehmesser und k eine Konstante bedeutet. In der Fig. 515 sind diese Verluste für $n = 900$, $Bz = 6000$ graphisch dargestellt und ist hieraus zu ersehen, daß für praktische Zwecke das Verhältnis $\frac{t_1 - z_1}{\delta} < 2$ zu wählen ist.

Direct Current Turbogenerators. (Electr. Enging., 27. Febr. 1908.)* Vortrag von W. Hoult, Inst. of Elect. Eng. Manchester. Der Verfasser bringt eine Kritik der verschiedenen Methoden zur Vermeidung der Funkenbildung bei Gleichstrom-Turbogeneratoren. Die Kompensationswicklung hebt wohl die Ankerrückwirkung, nicht aber die Kurzschlußspannung auf, es muß zu diesem Zwecke Überkompensation oder Wendepolanordnung verwendet werden, um das Fenern bei fester Bürstenstellung bei allen Belastungen zu vermeiden. Verfasser bringt mittels des Duddelschen Oszillographen aufgenommene Diagramme über die Verteilung des magnetischen Feldes bei einer 700 KW-Wendepolmaschine für 600 Volt bei 1500 Umdr. pro Min.; es zeigt sich, daß das Hauptfeld infolge der Ankerrückwirkung bei Vollast infolge zu hoher Spannung pro Segment eine Tendenz zum Rundfeuern erzeugt. Solange die Spannung pro Segment 40 bis 45 Volt nicht überschreitet, genügen Wendepole allein, darüber hinaus müssen außer diesen auch Kompensationswicklungen verwendet werden. Das Wendefeld wird meist durch Einstellung des Luftspaltes geregelt, weniger geeignet erscheint die Regelung durch parallel geschaltete Widerstände, wegen ihrer hohen Selbstinduktion. Man wickelt die Widerstände aus diesem Grund auf einen Eisenkern mit veränderlichem Luftspalt.

Bezüglich des Bürstenmaterials geht folgendes aus den Untersuchungen hervor: Bei Kohlenbürsten ist für hinreichende Kühlung des Kollektors zu sorgen, Graphitbürsten müssen mit den einzelnen Lagen senkrecht zur Achsrichtung stehen, so daß deren Widerstand in achsialer Richtung zunimmt. Endruweitbürsten mit vorgeschobenen Kohlenbürsten haben sich gut bewährt. Bürsten aus Bronzedraht werden von Parsons verwendet, wobei der Kollektor mit Kühlrippen versehen ist. Die Westinghouse Co. baut Kollektoren mit radial liegenden Lamellen für seitlich anliegende Kohlenbürsten bei Turbodynamos bis zu 3000 Umdr. pro Min. Große Sorgfalt ist auf die genaueste Ausbalanzierung aller umlaufenden Teile, sowohl in ruhendem als umlaufendem Zustand zu verwenden und ein diesbezügliches Verfahren hierfür angeführt.

Herausgegeben von Professor Dr.-Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN — VERLAG MÜNCHEN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN
CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; L. C. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHMPFF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPANGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **24. August 1908.** **Heft 24.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Anzeigenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Berichtigung. S. 477.

Die elektrischen Anlagen auf den Kaliwerken Friedrichshall, A.-G., Sehnde bei Hannover. Von W. Philippi. S. 477.

Über Riffelbildung an Straßenbahnschienen. Von K. Sieber, Nürnberg. (Fortsetzung.) S. 485.

Kleine Nachrichten. S. 491. Beschreibung ausgeführter oder geplanter Bahnanlagen sowie besonderer Systeme: Elektrische Bahn Niederseditz–Lockwitz–Kreischa. — Zuschriften an den Herausgeber: Zuschrift von Julius Gerdie.

Aus den Geschäftsberichten. S. 493. Verwaltungsbericht der städt. Straßenbahn in Frankfurt a. M. über das Geschäftsjahr vom 1. April 1906 bis 31. März 1907.

Neue Bücher. S. 494. — Zeitschriftenschau. S. 495.

Zur Vermeidung einer mißverständlichen Auffassung des in Heft 13 bis 19 ds. Js. herausgegebenen Berichtes zur „Denkschrift über die Einführung des elektrischen Betriebes auf den Bayerischen Staatseisenbahnen" erlaube ich mir auf meine einleitenden Bemerkungen in Heft 13, Seite 245, auf die Fußnote in Heft 14, Seite 265, und auf die ersten Zeilen Heft 16, Seite 309, hinzuweisen. Aus diesen geht deutlich hervor, daß die besondere Beilage, die in Heft 14 veröffentlicht ist, ebenso wie die Denkschrift selbst ihrem ganzen Inhalt nach im Kgl. Bayerischen Verkehrsministerium bearbeitet ist, und daß sich die Tätigkeit der „Kommission für Einführung des elektrischen Betriebes auf den Kgl. Bayerischen Staatseisenbahnen" auf eine Begutachtung und Schlußlegung der Denkschrift erstreckte. Die besondere Beilage mit der Berechnung des Arbeitsbedarfes wurde mir sodann vom Ministerium zur Erstattung des Berichtes in der Zeitschrift zur Verfügung gestellt. Obwohl hiernach kein Zweifel darüber bestehen kann, daß das Kgl. Bayerische Verkehrsministerium der Verfasser der „Denkschrift" und der „Beilage" ist, so sei doch nochmals ausdrücklich hervorgehoben, daß ich in der Veröffentlichung lediglich die berichterstattende Tätigkeit als Herausgeber der Zeitschrift „Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen" ausgeübt habe.

Prof. Dr.-Ing. **W. Reichel.**

Die elektrischen Anlagen auf den Kaliwerken Friedrichshall, A.-G., Sehnde bei Hannover.

Von **W. Philippi.**

Einleitung.

Die Forderungen, denen die maschinellen Einrichtungen eines Kaliwerkes gerecht werden sollen, ergeben sich aus den eigenartigen Verhältnissen eines derartigen Werkes. Die Kohlen müssen teuer bezahlt, also möglichst sparsam verarbeitet werden. Von der Kesselanlage bis zu den Wellen der Arbeitsmaschinen muß daher auf vollkommenste Wirtschaftlichkeit in allen Teilen hingearbeitet werden, eine Forderung, deren Erfüllung auf Kaligruben dadurch erschwert wird, daß der Absatz an Kalisalzen stark schwankt und demnach auch der gesamte Arbeitsverbrauch mehr oder weniger einem ständigen Wechsel unterworfen ist. Sollen die maschinellen Anlagen, um die es sich hier hauptsächlich handelt, dieser

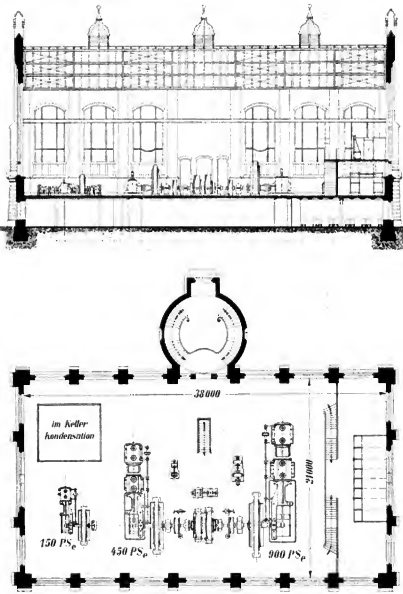


Fig. 516. Grund- und Aufriß des Kraftwerkes auf den Kaliwerken Friedrichshall.

Forderung gerecht werden, so ist die Gesamtanordnung so zu treffen, daß die Maschinen trotz des Wechsels des gesamten Arbeitsbedarfes nach Möglichkeit dauernd mit günstigster Belastung, also gutem Wirkungsgrade arbeiten. Eine gute Ausnutzung der im Brennmaterial enthaltenen Energie sowie Anlehnung an die durch den Wechsel im Salzversand gegebenen Schwankungen des Arbeitsbedarfes lassen sich, soweit wie überhaupt möglich, nur unter völliger Durchführung des elektrischen Antriebes für alle Arbeitsmaschinen des Werkes erfüllen. Insbesondere ist auch die Hauptschachtfördermaschine mit elektrischem Antrieb zu versehen. Eine zweckentsprechende Bestimmung der Größen der in dem Kraftwerk aufzustellenden Maschinen und Anschluß der Hauptfördermaschine an die elektrische Anlage in möglichst vorteilhafter Form sind die wichtigsten Punkte, die bei Ausführung der maschinellen Gesamtanlage zu beachten sind. Die Einrichtungen der Kaliwerke Friedrichshall, A.-G., Sehnde, sind nach diesen Richtungen hin besonders bemerkenswert und verdienen daher bei der Bedeutung des Kalibergbaues allgemeines Interesse.

Systemwahl bei Fördermaschinen auf Kaliwerken.

Die Anlagen der Kaliwerke Friedrichshall, A.-G., haben ihr jetziges Aussehen in der Hauptsache durch die Art und Weise erhalten, in der die elektrische Fördermaschine ausgeführt und an das Kraftwerk angeschlossen ist. Da nun über die Frage, ob nicht überhaupt eine moderne Dampffördermaschine vorteilhafter als eine elektrische Fördermaschine sein würde, die Meinungen vielfach noch auseinandergehen und unrichtige Anschauungen verbreitet sind, und anderseits auch über die zweckmäßigste Ausführung der elektrischen Fördermaschine, falls eine solche gewählt ist, die Anschauungen nicht einheitlich sind, seien über den Vergleich zwischen beiden Maschinengattungen und die Gründe, die zu der auf Friedrichshall gewählten Anordnung geführt haben, einige Bemerkungen der Beschreibung der Einzelheiten vorausgesandt.

Die Frage der Wirtschaftlichkeit steht, wie schon erwähnt, für die maschinellen Einrichtungen der Kaliwerke oben an. Der größte Dampfverbraucher ist die Hauptfördermaschine und diese muß daher so ausgeführt werden, daß der auf sie entfallende Kohlenverbrauch möglichst gering wird. Es ist absichtlich gesagt »Kohlenverbrauch« und nicht »Dampfverbrauch«. Es werden zwar fast immer beim Vergleich beider Maschinenarten die Dampfverbrauchszahlen angeführt, doch erscheint dies nicht richtig, da die Dampfentnahme am Kessel in beiden Fällen eine ganz verschiedene, in dem einen Falle eine stark schwankende, im anderen Falle eine fast ganz gleichmäßige ist, vorausgesetzt, daß die Ausführungsart der elektrischen Förderanlage einen gleichmäßigen Verbrauch gewährleistet, was gegenwärtig wohl stets zutrifft. Aus diesem Grunde kann der auf eine bestimmte Dampfmenge entfallende Kohlenverbrauch nicht in beiden Fällen der gleiche sein, vielmehr muß er bei der stark schwankenden Belastung der Kesselanlage durch eine Dampffördermaschine auch ungünstiger als bei Belastung durch eine elektrische Förderanlage sein.

Eine gleichfalls oft anzutreffende Anschauung ist die, daß elektrischer Antrieb für eine Fördermaschine nur dann zweckmäßig sein könne, wenn es sich um einen stets flotten Betrieb handelt. Dies trifft nicht zu, im Gegenteil, die elektrische Fördermaschine läßt sich leicht so ausführen, daß sie in den großen Betriebspausen gar keinen Dampf verbraucht, während die Dampffördermaschine und deren Dampfzuleitungen auch dann unter Dampf gehalten werden müssen. Ebenso stellt sich bei schwachem Betrieb, zweckmäßige Ausführung der Anlage immer vorausgesetzt, eine elektrische Fördermaschine günstiger als eine Dampffördermaschine, d. h. der Unterschied im Kohlenverbrauch ist bei schwachem Betrieb prozentual noch größer als bei flotter Förderung. Eine Dampffördermaschine verbraucht beim Einhängen von Lasten Arbeit in Form von Gegendampf, eine elektrische

Maschine liefert Arbeit zurück. Bei Seilfahrt und Revisionsfahrten ist der Arbeitsverbrauch einer elektrischen Maschine sehr gering, der Dampfverbrauch einer Dampffördermaschine nimmt nicht in gleichem Maße ab.

Zu der wirtschaftlichen Überlegenheit gesellen sich als fast gleichwertige Faktoren die höhere Betriebssicherheit und die bessere Manövrierfähigkeit einer elektrischen Maschine gegenüber einer Dampfmaschine. Der Grund hierfür liegt darin, daß die Fördergeschwindigkeit bei allen Belastungen fast allein von der Stellung des Manövrierhebels abhängt, welche Eigenschaft durch die fast stets benutzte Leonardschaltung gegeben ist, und in der sich hieraus ergebenden Möglichkeit der Anbildung eines Sicherheitsapparates von denkbar vollkommenster Bauart und Zuverlässigkeit. Die erhöhte Betriebssicherheit und Manövrierfähigkeit hat dazu geführt, eine höhere Seilfahrtsgeschwindigkeit zuzulassen, man konnte fast allgemein, so auch bei der Friedrichshaller Maschine, zu einer Seilfahrtsgeschwindigkeit von 10 m/Sek. übergehen, und hierin liegt natürlich gleichfalls ein wesentlicher betriebstechnischer und wirtschaftlicher Vorteil.

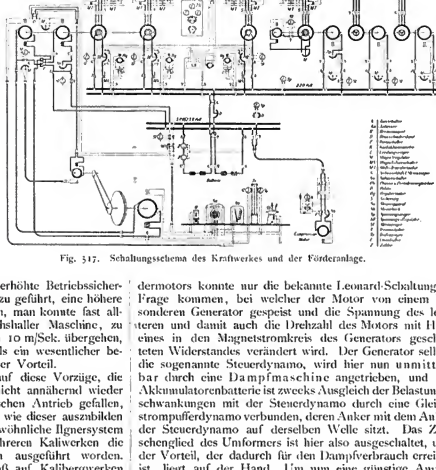


Fig. 517. Schaltungsschema des Kraftwerkes und der Förderanlage.

Ist die Wahl mit Rücksicht auf diese Vorzüge, die durch die höheren Anlagekosten nicht annähernd wieder wett gemacht werden, auf elektrischen Antrieb gefallen, so bleibt die Frage zu entscheiden, wie dieser auszubilden ist. Es liegt am nächsten, das gewöhnliche Ilgnersystem zu wählen, und ist auch auf mehreren Kaliwerken die elektrische Förderanlage hiernach ausgeführt worden. Immerhin ist nicht zu leugnen, daß auf Kalibergwerken noch besondere Gründe vorliegen, die bei der Ausführung der Förderanlage Beachtung verlangen, falls die gegebenen Verhältnisse dies zulassen. Der Umstand, daß der Betrieb zeitweise ganz ruht, z. B. in der Regel an Sonn- und Feiertagen — auf Kohlengruben müssen die Wasserhaltungen, die auf Kaliwerken fortfallen, dauernd in Betrieb bleiben —, deutet darauf hin, falls möglich, eine Akkumulatorenbatterie zu nehmen, um, wenn der Betrieb ruht, Energie für Beleuchtungszwecke, Werkstattsarbeiten und einzelne Förderzüge zur Verfügung zu haben, ohne daß eine Maschine und die Kesselanlage in Betrieb sein müßten. Findet sich daher eine Anordnung, bei der für den Belastungsausgleich eine Batterie genommen wird, ferner der Dampfverbrauch niedrig und die Anpassung an den wechselnden Betrieb des Kaliwerkes günstig sind, so ist gegebenenfalls eine derartige Anlage vorteilhafter als eine Ilgneranlage. Bei der Anlage der Kaliwerke Friedrichshall ist nun eine Form für den Anschluß der Batterie gefunden, bei der diese Forderungen, guter Belastungsausgleich, niedriger Dampfverbrauch und günstige Anpassung an den wechselnden Betrieb, erfüllt sind. Die hauptsächlichsten Einzelheiten der Anlage sind in nachstehendem angegeben:

Kraftwerk.

Für die Anordnung und die Großenbestimmung der Generatoren waren der Arbeitsverbrauch der Förderanlage und das für ihren Anschluß gewählte System in erster Linie maßgebend. Zur Regelung der Drehzahl des Fördermotors konnte nur die bekannte Leonard-Schaltung in Frage kommen, bei welcher der Motor von einem besonderen Generator gespeist und die Spannung des letzteren und damit auch die Drehzahl des Motors mit Hilfe eines in den Magnetstromkreis des Generators geschalteten Widerstandes verändert wird. Der Generator selbst, die sogenannte Steuerdynamo, wird hier nun unmittelbar durch eine Dampfmaschine angetrieben, und die Akkumulatorenbatterie ist zwecks Ausgleich der Belastungsschwankungen mit der Steuerdynamo durch eine Gleichstrompufferdynamo verbunden, deren Anker mit dem Anker der Steuerdynamo auf derselben Welle sitzt. Das Zuschenglied des Umformers ist hier also ausgeschaltet, und der Vorteil, der dadurch für den Dampfverbrauch erreicht ist, liegt auf der Hand. Um nun eine günstige Anpassung an den wechselnden Gesamtbetrieb des Kaliwerkes zu geben, ist die Anordnung so getroffen, daß der Doppelmaschinensatz, Steuerdynamo und Pufferdynamo, durch ausrückbare Kupplungen mit zwei verschiedenen Dampfmaschinen gekuppelt werden kann, von denen die eine doppelt so groß ist wie die andere. Die Normalleistung der einen beträgt 900 PSe, die der anderen 450 PSe. Jede der Dampfmaschinen treibt außerdem einen Drehstrom-Generator an, der den für die übrigen Betriebe, Mühle, Fabrik, Ventilator, unterirdische Betriebe usw., nötigen Drehstrom liefert, und dessen Leistung dem Unterschied zwischen der größten Leistung der betreffenden Dampfmaschine und dem Energieverbrauch der Förderanlage entspricht. Je nachdem also Hochkonjunktur oder schwache Konjunktur im Kaliabsatz herrscht und demgemäß der Energieverbrauch des ganzen Werkes groß oder gering ist, läuft entweder die 450 PSe oder die 900 PSe Dampfmaschine, so daß fast dauernd nur eine Dampfmaschine, diese aber mit günstiger Belastung, in Betrieb ist.

Fig. 516 zeigt den Grund- und Aufriß des Kraftwerkes. Außer den beiden erwähnten Dampfmaschinen ist noch eine kleinere Dampfmaschine, die einen Drehstromgenerator von 160 KVA. antreibt, aufgestellt, sie kann bei schwachem Bedarf an Drehstromenergie und gleichzeitigem Stillstand der Förderung benutzt werden. Die hauptsächlichsten Daten der drei Dampfmaschinen sind umstehend verzeichnet.

Lieferant aller drei Maschinen ist die Hannoversche Maschinenbauanstalt vorm. G. Egestorff, Linden bei Hannover.

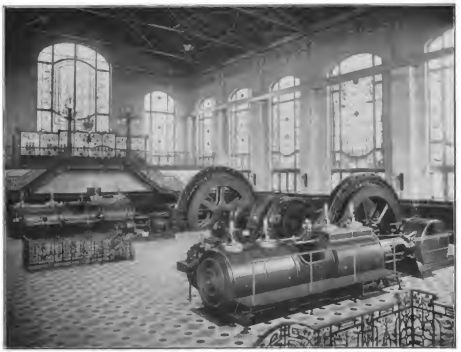


Fig. 518. Ansicht der Schalttafel und der beiden großen Dampfmaschinen.

Dampfmaschine I.

Leistung normal	900 PS
Leistung maximal	1200 PS
Drehzahl pro Min.	107
Lichter Durchmesser des Hochdruckzylinders	675 mm
Lichter Durchmesser des Niederdruckzylinders	1075 mm
Kolbenhub	1300 mm

Dampfmaschine II.

Leistung normal	450 PS
Leistung maximal	600 PS
Drehzahl pro Min.	107
Lichter Durchmesser des Hochdruckzylinders	515 mm
Lichter Durchmesser des Niederdruckzylinders	880 mm
Kolbenhub	950 mm

Die Dampfmaschinen I und II sind Tandemmaschinen, wie Fig. 518 zeigt, während die dritte Dampfmaschine eine gewöhnliche Einzylindermaschine ist. Die Hauptdaten der letzteren sind:

Leistung normal	150 PS
Leistung maximal	200 PS
Drehzahl pro Min.	150
Lichter Durchmesser des Zylinders	400 mm
Kolbenhub	700 mm

Die wichtigsten Daten der mit den Dampfmaschinen unmittelbar gekuppelten Drehstromgeneratoren sind:

Generator I.

Leistung	850 KVA.
Spannung	2200 Volt
Schwungmoment des umlaufenden Teiles	700000 kgm²

Generator II.

Leistung	290 KVA.
Spannung	2200 Volt
Schwungmoment des umlaufenden Teiles	340000 kgm²

Generator III.

Leistung	160 KVA.
Spannung	2200 Volt
Schwungmoment des umlaufenden Teiles	41000 kgm²

Den Schaltungsplan des Kraftwerkes und der Förderanlage zeigt Fig. 517. Wie daraus zu entnehmen ist, wird der zur Erregung der Drehstromgeneratoren erforderliche Gleichstrom durch Drehstrom-Gleichstrom-Umformer erzeugt. Der Gleichstrom dient gleichzeitig für Beleuchtungszwecke. Die Hauptdaten der Umformer sind:

Umformer I.

Gleichstromleistung	34 KW
Gleichstromspannung	220 Volt
Drehzahl bei Leerlauf pro Min.	1000

Umformer II.

Gleichstromleistung	36 KW
Gleichstromspannung	220 Volt
Drehzahl bei Leerlauf pro Min.	1500

Umformer III.

Gleichstromleistung	14 KW
Gleichstromspannung	220 Volt
Drehzahl bei Leerlauf pro Min.	1500

Beim Umformer I ist ein Synchronmotor genommen, um im Bedarfsfalle auch bei Stillstand der Dampfmaschinen durch Anschluß an die Batterie Drehstrom erzeugen zu können.

Fig. 518 zeigt die Schalttafel und die beiden großen Dampfmaschinen nebst den mit ihnen gekuppelten Drehstrom- und Gleichstromdynamos. Schaltanlage und Akkumulatorenbatterie sind derart angeordnet, daß im Keller unter dem Schaltraum die große Akkumulatorenbatterie, in einem abgeschlossenen Raum darüber, also in Höhe des Maschinenhausflurs, die Gerüste mit den Hochspannungsausschaltern, Sicherungen, Meßtransformatoren usw. und auf dem etwa 3 m darüber angeordneten Podium die eigentliche Schalttafel aufgestellt ist. Durch diese Anordnung ist eine übersichtliche und betriebssichere Unterteilung der Schaltanlage in Hoch- und Niederspannungsteil erreicht und ferner eine bequeme Aufstellung der Batterie, die möglichst kurze Verbindungsleitungen zwischen letzterer und der Schaltanlage ergab. Über sonstige Einzelheiten der Schaltanlage oder der Akkumulatorenbatterie ist Näheres nicht zu sagen, die Ausführung der Schalter, Sicherungen usw. entspricht den üblichen Konstruktionen, und erübrigt sich daher ihre nähere Beschreibung.

Förderanlage.

a) Schaltung der Batterie und der Pufferdynamo in Verbindung mit der Fördermaschine.

Die oben bereits kurz angedeutete Anordnung der Förderanlage entspricht einer Herrn Zivilingenieur Ifland, Dortmund, patentierten Anordnung, ist jedoch seinerzeit von den Siemens-Schuckertwerken selbständig ausgearbeitet und der Friedrichshaller Anlage zugrunde gelegt. Das Wesentliche liegt darin, daß die Steuerdynamo, die den Strom für den Fördermotor liefert, unmittelbar durch eine Dampfmaschine angetrieben und mit der Pufferdynamo, die der Batterie parallel geschaltet ist, unmittelbar gekuppelt wird.

Hieraus ergab sich die Aufgabe, bei annähernd unveränderlicher Drehzahl der mit der Batterie verbundenen Pufferdynamo, deren Spannung in eine solche Abhängigkeit von dem wechselnden Arbeitsverbrauch der Fördermaschine zu bringen, daß die Batterie gezwungen wird, in richtiger Weise zu puffern, d. h derart an der Arbeitslieferung teilzunehmen, daß die auf die Steuerdynamo arbeitende Dampfmaschine eine gleichmäßige, dem mittleren Arbeitsbedarf der Förderanlage entsprechende Leistung abgibt. Zur Erläuterung diene Fig. 519. Der strichpunktierte Linienzug stellt unter Berücksichtigung der Verluste in den Ankern des Fördermotors und der Steuerdynamo den Arbeitsverbrauch der letzteren dar, während die Parallele der Abszissenachse die Leistung angibt, die dem mittleren Verbrauch der Steuerdynamo entspricht, also demjenigen Wert, mit dem die Dampfmaschine gleichmäßig belastet sein soll. Hinzuzuzählen sind nur noch der Verbrauch für die Erregung des Fördermotors und der Anlaßdynamo sowie die Verluste in der Pufferdynamo und der Batterie. Der senkrecht schraffierte Teil des Diagramms soll von der Batterie durch die Pufferdynamo hergegeben werden, während die wagerecht schraffierte Energiefläche in den Pausen von der Batterie durch Vermittlung der Pufferdynamo aufgenommen werden soll. Während des ersteren Teils des Diagramms muß also die Pufferdynamo als Motor arbeiten

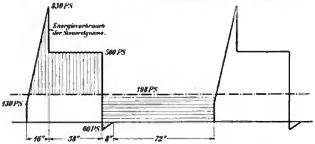
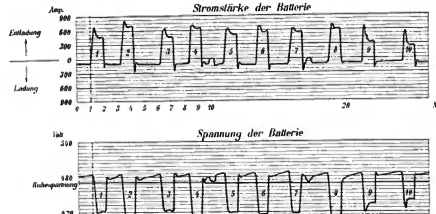
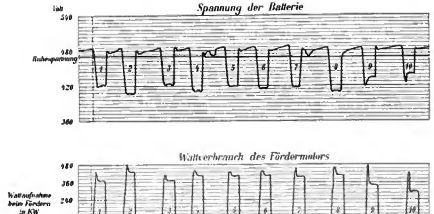
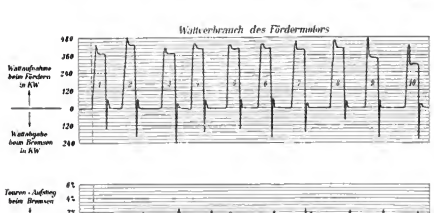


Fig. 519. Leistungsdiagramm während einer Förderperiode.

und die antreibende Dampfmaschine unterstützen, während der Pause als Generator Energie in die Batterie geben. Die Leistung der Pufferdynamo als Motor muß während der Beschleunigungsperiode der Fördermaschine langsam anwachsen, und zwar derart, daß die Belastung der Dampfmaschine auch in der Beschleunigungsperiode nicht über die mittlere Linie hinaus anwächst. Hört der Fördermotor auf, Arbeit zu leisten, so muß die Pufferdynamo sofort als Generator arbeiten und Energie in die Batterie senden. Soll die Pufferdynamo dieser Forderung entsprechen, so muß ihre Ankerspannung während der Fahrt kleiner sein als die Entladespannung der Batterie und in der Pause größer als die Ladespannung. Die Änderung zwischen den Grenzwerten der Pufferdynamospannnng muß in der Beschleunigungsperiode der Fördermaschine langsam, im Augenblicke des Beginnes der Verzögerung plötzlich vor sich gehen.







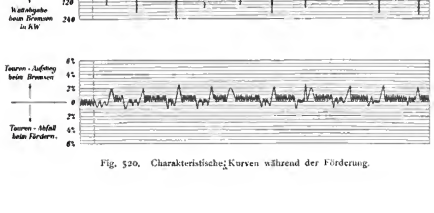


Fig. 520. Charakteristische Kurven während der Förderung.

Der Arbeitsverbrauch des Fördermotors wird nun, da der Anlage die Leonardschaltung zugrundeliegt, durch das Produkt von Ankerspannung und Ankerstrom ausgedrückt. Nach einer den Siemens-Schuckertwerken patentierten Anordnung ist die Abhängigkeit der Pufferdynamospannung von diesem Produkt hier in außerordentlich einfacher Weise erreicht. In den Magnetstromkreis der Pufferdynamo ist der Anker einer kleinen Hilfsdynamo geschaltet, die von der Fördermaschine selbst angetrieben wird, und zwar mit Hilfe eines doppelten Zahnradvorgeleges. Die Feldwicklung ist an einen vor dem Anker des Fördermotors liegenden Shunt gelegt, so daß die Stärke des magnetischen Feldes der Hilfsdynamo dem Stromverbrauch des Fördermotors entspricht. Die Spannung der kleinen Hilfsdynamo hängt also von dem Produkt zweier Werte ab, des vom Fördermotor verbrauchten Stromes und seiner Drehzahl. Da nun die letztere der Ankerspannung des Motors entspricht, so ändert sich die Spannung der kleinen Hilfsdynamo tatsächlich im gleichen Sinne wie der Arbeitsverbrauch des Fördermotors. Nun liegt aber der Anker der kleinen Hilfsdynamo, wie bereits erwähnt, im Magnetstromkreis der Pufferdynamo, beeinflußt also

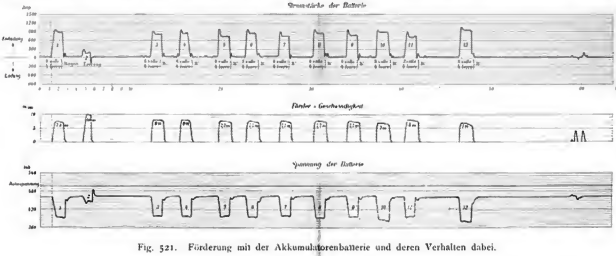


Fig. 521. Förderung mit der Akkumulatorenbatterie und deren Verhalten dabei.

unmittelbar die Spannung der letzteren und bewirkt so auf einfachste Weise, daß die Pufferbatterie richtig, d. h. entsprechend dem Diagramm Fig. 519 an der Arbeitslieferung zum Betriebe der Fördermaschine teilnimmt. Irgendwelche mit Relais ausgerüstete selbsttätige Reguliervorrichtungen sind bei dieser Schaltung nicht erforderlich, so daß die Wirkungsweise im Betrieb eine vollkommen sichere und zuverlässige ist.

Fig. 520 zeigt während flotter Förderung gemachte Aufnahmen der Akkumulatorenfabrik A.-G., Berlin, von den bei dieser Anlage am meisten interessierenden Betriebswerten, nämlich die vom Fördermotor verbrauchte Arbeit, die von der Batterie aufgenommene und abgegebene Stromstärke, die Klemmenspannung der Batterie und der Pufferdynamo, sowie die Schwankungen der Drehzahl der die Steuerdynamo und die Pufferdynamo antreibenden Dampfmaschine. Die drei Werte, Batteriestrom, Batteriespannung und Drehzahl der Dampfmaschine sind zur Beurteilung der hier gewählten Anordnung besonders bemerkenswert. Der Verlauf der Batteriespannung, den die aufgenommene Spannungskurve zeigt, läßt die Anpassung an den Arbeitsverbrauch des Fördermotors, gegeben durch die von letzterem angetriebene Hilfsdynamo, erkennen. Die Batteriespannung ändert sich im ganzen um etwa 16%. Je weiter sie zum Sinken gebracht wird, desto größer wird der der Batterie entnommene Strom, je weiter sie über die Leerlaufspannung gesteigert wird, desto höher wächst der Ladestrom, der die Belastung der Dampfmaschine während der Förderpause ausmacht.

Die Kurve der Drehzahl der Dampfmaschine zeigt Schwankungen an den ungünstigsten Stellen von ± 2%. Diese geringen Schwankungen schaden dem Drehstromnetz, auf das sie sich übertragen, nichts. Sie würden, wenn auch nicht in so regelmäßigen Abständen, ohne Anschluß der Förderanlage infolge der Belastungsschwankungen im Drehstromnetz wahrscheinlich auch auftreten. Daß sie durch die Batterie nicht auch noch beseitigt werden, liegt wohl in erster Linie an einer gewissen Veränderlichkeit des inneren Widerstandes der Batterie, besonders am Schluß des Förderzuges, wenn der Batteriestrom plötzlich von einem hohen positiven auf einen hohen negativen Wert springen soll. An dieser Stelle ist in der Tat ein geringes Zurückbleiben der Batterie vorhanden, das in den Stromkurven nicht zum Ausdruck kommt, aber in der angegebenen Weise in der Kurve der Drehzahl der Dampfmaschine.

Fig. 517, das Schema der ganzen Förderanlage in Verbindung mit dem des Kraftwerkes darstellend, zeigt auch die Schaltung der Pufferdynamo und der Batterie. Die Pufferdynamo erzeugt, wie schon oben erwähnt wurde, im Mittel etwa 470 Volt. Wird ihre mittlere Spannung durch andere Einstellung des Magnetregulators geändert, so ändert sich dementsprechend auch die Beanspruchung der Batterie. Wird die mittlere Spannung erhöht, so verringert sich die während eines Zuges der Batterie entnommene Energie und die während der Pausen in die Batterie entsandte Energie vergrößert sich, da die Ladespannung dann ja gesteigert ist. Die mittlere Belastung der Dampfmaschine ist also größer geworden, d. h., wenn eine gesteigerte Zügezahl eine größere mittlere Belastung der Dampfmaschine verlangt, kann diese durch Steigerung der mittleren Pufferdynamospannung eingestellt werden. Wird die Förderung schwach, so ist die Spannung der Pufferdynamo zu verringern, so daß die Batterie stärker zur Arbeitslieferung während eines Zuges herangezogen und während der alsdann folgenden längeren Pause schwächer geladen wird. Die mittlere Belastung der Dampfmaschine wird dann, dem mittleren Arbeitsbedarf der Förderanlage entsprechend, geringer. Auf diese Weise ist man in der Lage, die mittlere Belastung der Dampfmaschine der Stärke der Förderung anzupassen.

Zum Aufladen der Batterie während des Stillstandes der Förderung wird der Anker der den Fördermotor speisenden Anlaßdynamo in Reihe zum Anker der Pufferdynamo geschaltet. Weiter ist Vorkehrung getroffen, daß die Batterie in zwei Hälften auf das 220 Volt Netz, das die Beleuchtung über Tage speist, geschaltet werden kann, um die Möglichkeit zu haben, an Sonn- und Feiertagen oder Nachts die Batterie auch für Beleuchtungszwecke heranzuziehen. Diese Umschaltung auf 220 Volt ist auch dann nötig, wenn, wie oben angegeben war, der Umformer mit Synchronmotor auf die Batterie geschaltet wird, um aus der Batterie Drehstrom zu erzeugen.

Die durch die Batterie für die ganze Anlage, insbesondere für den Förderbetrieb, gewährten Vorteile gehen auch daraus hervor, daß es in der Tat möglich ist, an Sonn- und Feiertagen allein mit der Batterie zu arbeiten und die drei Dampfmaschinen stehen zu lassen. Mit ganz aufgeladener Batterie ist man imstande gewesen, 23 Förderzüge mit voller Nutzlast zu machen, wenngleich die Batterie nur für 150 Amp.St., entsprechend etwa 75 KW.St., bestellt war und der Arbeitsverbrauch pro Zug etwa 6 KW.St. beträgt. Fig. 521 zeigt die bei diesem Versuch aufgenommenen Kurven.

b) Fördermaschine.

Der Ausführung der Fördermaschine liegen folgende Daten zugrunde:

Verlangte stündliche Leistung . . .	75 t
größte Teufe . . .	900 m
gegenwärtige Teufe	500 m
Nutzlast pro Wagen	750 kg
Eigengewicht eines Wagens . . .	280 kg
Zahl der Wagen pro Hub	4
Zahl der Etagen der Förderschale . .	2
Gewicht einer Förderschale . . .	3600 kg
Gewicht des Zwischengeschirrs .	505 kg
Geschwindigkeit bei Materialförderung	10 m/Sek.
für Seilfahrt zugelassene Geschwindigkeit	10 m/Sek.
Gewicht des Seiles	5,88 kg/m
System der Fördermaschine: Koepe mit Unterseil.	
Durchm. der Treibscheibe	6 m

Fig. 522. Ansicht der Fördermaschine vom Führerstande gesehen.

Die Schaltung der Fördermaschine, d. h. der Steuerdynamo, des Fördermotors und der Zubehörteile geht in der Hauptsache aus Fig. 517 hervor. Die Regelung der Spannung der Steuerdynamo und damit der Fördergeschwindigkeit nach der Leonardschaltung ist bekannt und braucht daher wohl nicht näher erörtert zu werden. Soll die Batterie die Fördermaschine allein betreiben, wobei also sowohl die 450 PS, als auch die 900 PS-Dampfmaschine abgekuppelt ist, so müßte, da eine Förderung mit voller Geschwindigkeit eine zu große Belastung der Batterie allein gegeben hätte, Vorsorge getroffen werden, daß nur mit verringerter Geschwindigkeit gefahren wird. Zu diesem Zwecke sind mit den beiden ausrückbaren Kupplungen kleine Hilfsschalter verbunden, die einen im Steuerbock der Fördermaschine sitzenden Sperrmagneten einschalten. Letzterer legt eine Sperrung in den Weg des Steuerhebels, so daß der Hebel nur auf die Hälfte ausgelegt werden, also nur mit halber Geschwindigkeit gefahren werden kann.

Fig. 523. Ansicht der Fördermaschine von der Hilfsdynamo gesehen.

Fig. 522 und Fig. 523 zeigen die Fördermaschine, einmal von der Hilfsdynamo, einmal vom Führerstande aus gesehen. Der Fördermotor ist wie üblich unmittelbar mit der Treibscheibenwelle gekuppelt. Um mit Sicherheit vollkommen funkenlosen Gang bei allen Belastungen zu erreichen, ist er mit Wendepolen ausgerüstet, die das vom Anker erzeugte magnetische Gegenfeld bei jeder Belastung aufheben. Dem Fördermotor gegenüber auf der anderen Seite der Treibscheibe ist die kleine Hilfsdynamo, deren Zweck oben bereits auseinandergesetzt war, aufgestellt. Sie wird mit doppeltem Zahnradvorgelege angetrieben. Da die Treibscheibenwelle bei höchster Geschwindigkeit nur 32 Umdr. pro Min. macht, die Hilfsdynamo aber 1600 Umdr. pro Min. machen soll, ergab sich ein Übersetzungsverhältnis von 1 : 50. Trotz dieses großen Übersetzungsver-

Fig. 524. Ansicht der beiden großen Mühlenmotoren von je 150 PS Leistung.

hältnisses arbeiten die Zahnräder, die sehr sorgfältig geschnitten sind, praktisch vollkommen geräuschlos, so daß sie nicht einmal von dem Führerstande aus gehört werden können, was natürlich für die Bedienung der Maschine sehr wichtig ist. Die Zahnräder sind von der bekannten Zahnräderfabrik Augsburg, vormals J. Renk, A.-G., in Augsburg hergestellt.

Zu beiden Seiten der Seilrille sind die Bremsscheiben angebracht. Das Anziehen des Bremsgestänges erfolgt mittels Druckluft, und zwar sind zu diesem Zwecke zwei

Fig. 525. Verteilungsschalttafel.

Druckluftzylinder mit Bremskolben vorgesehen. Der Kolben des einen Zylinders zieht beim Eintritt von Druckluft das Bremsgestänge und damit die Bremsklötze an, und zwar am Ende eines jeden Förderzuges, um die Treibscheibe stillzusetzen, dient also zusammen mit dem Bremsgestänge und den Bremsen als eigentliche Manövrierbremse, während der Kolben des zweiten Bremszylinders entgegen dem Zuge eines schweren Bremsgewichtes durch die Druckluft nur hochgehalten wird. Sobald die Luft aus diesem Bremszylinder austreten kann, fällt das schwere Bremsgewicht nieder und zieht die Bremsklötze an. Die Luft tritt aus, wenn ein zu diesem Zwecke angebrachtes Ventil geöffnet wird, was erfolgt:

a) vom Teufenzeiger aus beim Zuweittreiben der Förderschale,
b) vom Führerstande aus durch den Maschinenführer mit Hilfe eines Notbremshebels im Falle einer Gefahr.

Der Druckluftzylinder der Manövrierbremse wird gleichfalls vom Führerstande aus, und zwar durch einen zu diesem Zwecke am Steuerbock angebrachten Manövrierbremshebel bedient. Es sei noch besonders hervorgehoben, daß die Fördergeschwindigkeit schon durch das Zurücklegen des den Steuersehalter bedienenden Manövrierhebels fast ganz bis auf Null herabgesetzt wird, die Manövrierbremse also nur zum Stillsetzen der Maschine benutzt werden muß.

Antriebsmotoren der Mühle und des Ventilators.

Nach dem großen Motor zum Antrieb der Fördermaschine besitzen die größte Leistung diejenigen Motoren, die zum Antrieb der Mühle und des Ventilators dienen. Der Vollständigkeit halber seien diese Antriebe auch noch kurz beschrieben.

Fig. 524 zeigt die beiden großen Mühlenmotoren, von denen jeder eine Leistung von 150 PS bei 500 Umdr./Min. besitzt. Die Motoren arbeiten unmittelbar mit der Kraftspannung von 2000 Volt. Die Mühle umfaßt, wie üblich, zwei vollständige Mahlsysteme, von denen jedes durch einen dieser Motoren mittels Riemen angetrieben wird. In dem gleichen Raume, in dem diese Motoren untergebracht sind, ist, wie Fig. 525 zeigt, auch ein Verteilungskasten im Anschluß an das von dem Kraftwerk kommende 2000 Volt-Kabel aufgestellt. Er dient zur Verteilung der Leitungen nach den einzelnen Hochspannungsmotoren und den beiden Transformatoren.

Fig. 526. Antrieb des Hauptschachtventilators durch einen 150 PS Drehstrommotor.

Die letzteren erzeugen die erforderliche Niederspannung zum Betriebe der verschiedenen in der Mühle und den benachbarten Räumen untergebrachten kleinen Motoren und zur Speisung der Beleuchtung in diesen Gebäuden.

Fig. 526 zeigt den Motor zum Antrieb des Hauptschachtventilators, der diesen mittels Riemen antreibt und ebenfalls eine Leistung von 150 PS bei 500 Umdr. pro Min. besitzt. Da bei voller Ausnutzung des Motors und entsprechender Drehzahl des Ventilators die von letzterem geförderte Wettermenge für die jetzigen Grubenbauten noch zu groß sein würde, ist vorläufig zwecks Verminderung der Drehzahl des Ventilators eine kleinere

Riemenscheibe auf den Motor gesetzt, so daß seine Leistung gegenwärtig noch bedeutend unter seiner Leistungsfähigkeit liegt. In den Stromkreis des umlaufenden Teiles ist außerdem noch ein besonderer Widerstand gelegt, um auf elektrischem Wege die Drehzahl des Motors dem Wetterbedarf anzupassen.

Die vielen, sonst noch auf dem Werke über und unter Tage aufgestellten kleineren Motoren dürften weniger von Interesse sein, da ihre Anordnung und Verwendung besonders bemerkenswerte Einzelheiten nicht darbietet. Von einer Beschreibung dieser Motoren kann daher wohl abgesehen werden.

Über Riffelbildung an Straßenbahnschienen.

Von **K. Sieber**, Nürnberg. (Fortsetzung.)

VI. Der Stoß gegen eine zur Stoßrichtung senkrechte Fläche.

Läßt man eine nicht zu schwere Stahlkugel auf eine dicke, horizontale Stahlplatte herabfallen, dann wird sie nach dem Aufschlag wieder ansteigen, jedoch nicht mehr auf die ursprüngliche Höhe, sondern nur a^2 mal so hoch, wobei a den Stoßelastizitätskoeffizienten bezeichnet. Die Hütte gibt für Stahl auf Stahl einen Wert von $a = \frac{5}{9}$ an. In der mir zur Verfügung stehenden Literatur fand ich leider sonst gar keine Anhaltspunkte. Macht man denselben Versuch wie mit der Kugel mit dem Rad eines Radsatzes, dann findet man a nahezu gleich Null. Der Grund hierzu liegt darin, daß durch den Stoß die Oberfläche des Rades und der Schiene verquetscht wird und daß die Schiene bei einem einzigen Fallversuch nicht satt genug auf die Bettung zu liegen kommt, so daß ein Teil der Stoßenergie auf die Schiene übertragen und nicht mehr zurückgegeben wird. Beim Einschlagen des rollenden Rades in das Tal der Welle liegen die Verhältnisse insofern anders, als die Materialverquetschung eine geringere ist als bei ebener Schienenoberfläche, und die Schiene durch das häufige Wiederholen der Schläge (nach meinen Beobachtungen durchschnittlich etwa 70 pro Sek.) und durch die Mitwirkung der übrigen Wagenachsen so an die Bettung angepreßt wird, daß der Koeffizient a wesentlich günstiger ist als bei dem oben beschriebenen Fallversuch. Von dieser Tatsache kann man sich durch ein an der Aehsbüchse angebrachtes Zeigerwerk oder auch dadurch überzeugen, daß man die geriffelte Schienenlauffläche mit einem Farbstoff überzieht und die Schlagmarken beobachtet, die in der Regel hinter der tiefsten Stelle des Wellentals liegen. Ein Hüpfen des Rades über den folgenden Wellenberg kann aber, wie aus den späteren Entwicklungen hervorgehen wird, nur stattfinden, wenn der Koeffizient a einen namhaften Betrag erreicht. Es ist daher vor allem Klarheit darüber zu schaffen, von welchen Faktoren a abhängt. Zu diesem Zwecke habe ich daher versucht, die bisher gebräuchlichen Stoßtheorien etwas zu erweitern.

Zunächst sei die Schiene samt Unterbettung als eine Feder mit sehr geringen Massen aufgefaßt, auf die ein Gewicht aufstößt. In diesem Falle kann mit Hilfe der von Zimmermann entwickelten Gleichung über die Durchbiegung eines endlosen Stabes mit durchgehender elastischer Unterstützung ein Bild über den Vorgang gewonnen werden.[1]) Die fragliche Gleichung lautet:

$$f = \frac{P}{2\,C\,b\,L} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 43)$$

[1]) Siehe Handbuch der Ingenieurwissenschaften V. 2.

worin bedeuten: f die Durchbiegung der Schiene am Angriffspunkt der Vertikalkraft P, C die Bettungsziffer, b die Breite des Schienenfußes. L folgt aus:

$$L = \sqrt[4]{\frac{4\,E\,J}{C\,b}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 44)$$

wenn E den Elastizitätskoeffizienten der Schiene und J deren Trägheitsmoment in bezug auf die horizontale Querschnittachse des Schwerpunktes bezeichnen.

Die Durchbiegung f ist also proportional dem Raddruck P. Für diesen Fall gilt bekanntlich die Arbeitsgleichung

$$A = \frac{P^2}{2\,C_1} = \frac{P\,G}{C_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 45)$$

wenn man $C_1 = 2\,C\,b\,L$ setzt und wenn G den Raddruck des ruhenden Wagens und A die lebendige Kraft des nach abwärts fallenden Rades bei dem Aufschlage bezeichnet. Daraus folgt:

$$P = G + \sqrt{G^2 + 2\,A\,C_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 46)$$

Nach dieser Gleichung wäre also bei gleichbleibendem A d. h. bei gleichbleibender Fallhöhe des Rades, der Auflagedruck P umso größer, je größer die Radbelastung G, die Bettungsziffer C, die Fußbreite b und das Trägheitsmoment der Schiene ist.

Der maximale spezifische Druck p auf die Bettung besteht unterhalb dem Angriffspunkt der Kraft P und ist nach Zimmermann

$$p = \frac{P}{2\,b\,L} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 47)$$

setzt man hierin den Wert von P in 46) ein, dann ergibt sich:

$$p = \frac{G}{2\,b\,L} + \sqrt{\frac{G^2}{4\,b^2\,L^2} + \frac{A\,C}{b\,L}} \quad . \quad . \quad . \quad 48)$$

Aus dieser Gleichung geht hervor, daß die spezifische Belastung der Bettung mit der Bettungsziffer, d. h. also mit der Härte der Bettung wächst. Mit wachsendem Trägheitsmoment und mit der Fußbreite der Schiene nimmt sie dagegen ab.

Da, wie bereits bemerkt, die Durchbiegung der Schiene der Kraft P proportional ist, so läßt sich die Schwingungsdauer T für das Durchbiegen und Rückschnellen berechnen nach der Gleichung

$$T = \pi \sqrt{\frac{m}{100\,C_1}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 49)$$

m ist die Masse der Schiene und der Bettung, auf den Angriffspunkt der Kraft P reduziert gedacht.

Zahlenbeispiel: Nach Versuchen von Hantzsche[1]) ist die mittlere Bettungsziffer für Kies ohne Packlage auf leichtem Lehmboden $C = 3$; für Kleinschlag ohne Packlage auf festem Damm ist $C = 6$ und für Kleinschlag mit Packlage auf festem Damm ist $C = 15$. Setzt man die Fußbreite $b = 15$ cm, $J = 2000$, $E = 2\,200\,000$, $m = 40$, dann ergibt sich folgende Tabelle II.

Tabelle II.

C	f cm	L cm	P kg	p kg/qcm	T Sek.
3	0,60	140	7 510	1,70	$\frac{1}{65}$
6	0,41	118	8 660	2,45	$\frac{1}{85}$
15	0,26	94	10 840	3,87	$\frac{1}{110}$

[1]) Siehe Handbuch der Ingenieurwissenschaften V. 2.

Es ist klar, daß für verschiedene Bettungsarten auch die Massen m verschieden sein müssen; demgemäß müssen auch die Schwingungszeiten Veränderungen erleiden. Die Einwirkung der Bettung ist derart, daß sich die Schwingungszeiten den verschiedenen Bettungsarten nähern.

Nach Zimmermann hat die durch P belastete Schiene, die bei Straßenbahnen gegen die Unterbettung als verankert angesehen werden kann, eine gewellte Form, deren Periode gleich πL ist; die Periode ist also unabhängig von der Größe der Durchbiegung. Bei Berechnung von P in Gleichung 46) ist angenommen, daß sich die Stoßenergie augenblicklich und ohne Verlust über die ganze Schiene ausbreitet. Tatsächlich ist dies nicht der Fall. Bekanntlich schreiten die Kompressionswellen in Stahl mit einer Geschwindigkeit von 5300 m pro Sek. fort. Der Anfang der Stoßwelle hat in dem Zahlenbeispiel für $C = 15$, $L = 94$ cm den ersten Knotenpunkt, der in einer Entfernung von $^3/_4 L\pi$ von dem Stoßzentrum liegt, frühestens nach $\frac{1''}{2400}$ erreicht. Die in 49) angegebene Zeit T ist für die Einsenkung und für die Zurückprellung berechnet. Für die Einsenkung kommt nur die halbe Zeit $\frac{T}{2} = \frac{1''}{238}$ des in Tabelle Nr. 2 angegebenen Wertes in Betracht. Der Anfang der Kompressionswelle braucht also rd. $^1/_{10}$ der nach 49) berechneten Zeit, um bis zum ersten Knotenpunkt der Zimmermanschen Wellenlinie zu gelangen. Im Rad selbst, das verhältnismäßig starr ist, erreicht die Kompressionswelle das der Aufschlagstelle gegenüberliegende Ende schon nach ungefähr $\frac{1''}{6600}$. Da diese Zeit in ihrer Größenordnung mit der halben Stoßdauer übereinstimmt, so folgt, daß nicht genügend Zeit für die Schiene und Bettung vorhanden ist, den Spannungszustand für ruhende Lasten anzunehmen. Die Belastung folgt also nicht dem durch 46) dargestellten Gesetz, sondern ist wesentlich größer.

Der tatsächliche Vorgang ist ähnlich dem in Fig. 527 a dargestellten, wo ein Körper von der Masse m_1 auf eine durch eine Feder gestützte Platte m_2 mit der Geschwindigkeit v_1 auftrifft. Ist die Geschwindigkeit des Körpers m_2 vor dem Stoß gleich Null und nach dem Stoß c_2

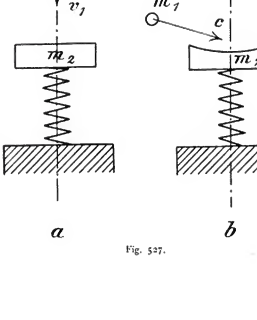


Fig. 527.

und diejenige des Körpers m_1 nach dem Stoß c_1, so ergibt sich:

$$c_1 = \frac{m_1 - m_2 \alpha'}{m_1 + m_2} v_1 \quad \ldots \quad 50)$$

$$c_2 = \frac{m_1 v_1 (1 + \alpha)}{m_1 + m_2} \quad \ldots \quad 51)$$

wenn α' den Stoßelastizitätskoeffizienten bedeutet, und setzt man

$$\alpha = -\frac{c_1}{v_1} = -\frac{m_1 - m_2 \alpha'}{m_1 + m_2}, \quad \ldots \quad 52)$$

so ist α der Stoßelastizitätskoeffizient, wie er bei Fallversuchen ermittelt zu werden pflegt. Irrtümlicherweise betrachtet man hierbei den getroffenen Körper als unendlich groß, während doch nur Teile dieses Körpers in Betracht kommen.

Aus den Gleichungen 50) bis 52) lassen sich folgende Schlüsse ziehen: Ist $m_1 = \alpha' m_2$, dann ist die Geschwindigkeit des fallenden Körpers nach dem Zusammenstoß gleich Null. Der getroffene Körper geht mit der Geschwindigkeit $\alpha' v_1$ weiter und führt die der Gleichung 49) zugrundegelegte Schwingung aus. Wird m_2 größer als $\frac{m_1}{\alpha'}$, dann wird c_1 negativ, d. h. der gefallene Körper steigt nach dem Aufschlag wieder. Wird m_2 sehr groß im Verhältnis zu $\frac{m_1}{\alpha'}$, dann nähert sich c_1 dem Wert $-\alpha' v_1$ und α dem Wert α'.

Auf das vorliegende Problem übertragen, ist m_1 die reduzierte Masse des Laufrades und m_2 die den Rückprall des Rades bewirkenden und auf die Stelle des Zusammenstoßes reduziert gedachten Massen der Schiene und der Bettung, die sich infolge mangelnden Versuchsmaterials nur schätzungsweise angeben lassen. Dieser Schätzungswert wird im Folgenden durch die Annahme gewonnen, daß m_2 diejenige Masse ist, die von der Kompressionswelle während der Stoßdauer, d. h. derjenigen Zeit, erreicht wird, die die Kompressionswelle benötigt, um das Laufrad zweimal (hin und zurück) zu durcheilen. Die Kompressionswelle pflanzt sich bekanntlich in gerader Richtung mit der Geschwindigkeit des Schalles v

$$v = \sqrt{\frac{E}{\delta}} \quad \ldots \quad 53)$$

fort, wenn E den Elastizitätsmodul und δ die spezifische Masse bedeuten. Für Stahl ist ungefähr $v = 5300$ m, für Beton $v = 3000$ bis 3500 m, für Packlage $v = 1500$ bis 2500 m und für Sand $v = 300$ bis 1000 m zu setzen. Mit den Mittelwerten dieser Angaben und auf Grund der obigen Annahme habe ich die nachstehenden Werte gefunden:

$$m_2 = 8 r\gamma + 340 r^2 b + 80 r^3 \text{ für Sand} \quad \ldots \quad 54)$$

$$m_2 = 8 r\gamma + 1088 r^2 b + 846 r^3 \text{ für Packlage} \quad \ldots \quad 55)$$

$$m_2 = 8 r\gamma + 2400 r^2 b + 4600 r^3 \text{ für Beton} \quad \ldots \quad 56)$$

wenn bedeuten: r den Radhalbmesser, b die Schienenfußbreite, beides in m, γ die Maße eines m-Schiene.

Zahlenbeispiele für 50 (bis 56): Für $r = 0.4$ m, $\gamma = 4.5$, $b = 0.15$ m, $r = 0.8$ m, $\alpha' = 0.9$ und $m_1 = 27.8$, berechnet sich die nachstehende Tabelle:

	m_2	c_1	c_2	α
Sand . . .	27,7	0,052 m	0,76 m	0,07
Packlage . .	95,8	— 0,44 m	0,34 m	0,55
Beton . . .	307,1	— 0,69 m	0,11 m	0,86

Hieraus ergeben sich nachstehende Folgerungen:

Bei Sandunterbettung verliert das Rad nach dem Zusammenstoß seine nach abwärts gerichtete Geschwindigkeit nicht vollständig, während die Schiene mit fast derselben Geschwindigkeit, die das Rad vor dem Zusammenstoß inne hatte, nach abwärts schwingt; nach ihrer Rückkehr stößt sie neuerdings wieder mit dem Rad zusammen, jedoch nicht mehr mit derselben Intensität wie beim ersten Stoß, weil sich ein Teil der Energie in Bremsarbeit des Sandes und in Schwingungen des Bodens umgesetzt hat.

Besteht die Bettung aus Packlage oder Beton, dann prellt das Rad bei genügender Größe von α' wieder zurück, während die Schiene mit geringerer Intensität wie im vorhergehenden Fall nach abwärts schwingt. Stimmt nun zufällig die Schwingungszeit des Rades nach oben (doppelter Wert von 25) mit der Schwingungszeit der Schiene überein, dann treten Resonanzerscheinungen auf. Der Wert α richtet sich dann nach Gleichung 69)

In der Regel ist der Beton und die Packlage unterhalb der Schienen nicht so tief als die vorstehende Rechnung voraussetzt; es folgt meist schon 15 bis 40 cm unterhalb dem Schienenfuß schon wieder das Erdreich, das wesentlich elastischer ist. Die Werte von m_2 und α sind daher insbesondere für Beton als zu hoch anzusehen. Da jedoch der hier vorliegende Zweck, die Art der Abhängigkeit der Stoßwirkung von der Art der Unterbettung zu erforschen, vollständig erreicht ist, so soll auf eine genauere Ermittlung der fraglichen Werte verzichtet werden. Diese dürften vielmehr durch besondere Versuche festzustellen sein.

Im allgemeinen kann aus den vorstehenden Entwicklungen geschlossen werden: Je schwerer das Schienenprofil, je härter die Unterlage und je leichter das Rad, desto höher springt das Rad zurück.

Wäre außer m_2 die Zeitdauer T des Stoßes bekannt, dann könnte die mittlere Größe des Pressungsdruckes während des Stoßes berechnet werden. Vermittelst Fließbilder und mit Hilfe von Gleichung 41) fand ich für die Stoßdauer bei einer Unterbettung aus Packlage $T < \frac{1}{1300}''$.

Würde man das Rad als einen starren Stab von der Länge $2r$ betrachten, dann wäre die Stoßdauer, wenn dessen Masse an dem von der Schiene abgewendeten Ende wirkend gedacht ist:

$$T = \frac{2r}{v} \quad \ldots \ldots 57)$$

worin v die Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Kompressionsrollen bedeutet.

Zahlenbeispiel. Für $r = 0{,}4$ m, $v = 5300$ m wäre $T = \frac{1}{2100}''$. Berücksichtigt man die Vergrößerung des Wertes von T, die durch die Ringform der Radreifen und durch die Krümmungen der Speichen verursacht wird, dann ist der Unterschied zwischen Rechnung und Beobachtung genügend geklärt.

Der mittlere Stoßdruck P folgt aus der bekannten Gleichung

$$P\frac{T}{2} = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} v_1 \quad \ldots \ldots 58)$$

Setzt man den Wert von $T = \frac{1}{1300}$ hierin ein, dann folgt, wenn zu dem Stoßdruck noch der Raddruck G des ruhenden Rades hinzugerechnet wird:

$$P = \frac{m_1 m_2 2600}{m_1 + m_2} v_1 + G \quad \ldots \ldots 59)$$

Unter Benutzung der in dem Zahlenbeispiel von 54) bis 56) errechneten Werte folgt für $v_1 = 0{,}8$ m und $G = 2500$ kg: für Sand $P = 31300$ kg, für Packlage $P = 45300$ kg und für Beton $P = 56300$ kg.

Mit Hilfe der Föppl-Hertzschen Gleichungen für den Druck zweier sich berührenden zylindrischen Flächen läßt sich der spezifische Flächendruck an der Berührungsstelle berechnen. Ist die Schienenoberfläche in dem Wellental nach einem Radius von 80 cm gekrümmt und besteht an der Berührungsfläche zwischen Rad und Schiene ein Druck von P kg, dann ist bei einer Berührungslänge von 4,0 cm und bei einem Laufradradius der spezifische Flächendruck p_1:

$$p_1 = 0{,}418 \sqrt{\frac{2\,200\,000\,P\,40}{4 \cdot 40 \cdot 80}} = 34{,}6 \sqrt{P} \quad \ldots \ldots 60)$$

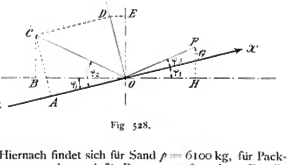


Fig 528.

Hiernach findet sich für Sand $p = 6100$ kg, für Packlage $p_1 = 7500$ kg und für Beton $p_1 = 8200$ kg. Da die Quetschgrenzen bei Stahlsorten, die in der Regel für Schienen und Radreifen Verwendung finden, nicht sehr weit von diesen Zahlen liegen, so ist die bleibende Formänderung nur eine verschwindende, wenn die Riffel bereits eine ausgeprägte ist; dementsprechend muß auch der Stoßelastizitätskoeffizient α' (50) ein hoher sein.

Der tatsächliche Vorgang unterscheidet sich von dem besprochenen hauptsächlich noch dadurch, daß das Rad im Verlauf der Rollbewegung nicht senkrecht nach abwärts fällt, sondern schräg. Die schematische Fig. 527a verwandelt sich dadurch in Fig. 527b. Für die Stoßwirkung kommt hierbei nur die Projektion der Geschwindigkeit des Radmittelpunkts auf die Normale des Aufschlagpunktes in Betracht. Ist der Körper m_2 selbst in Bewegung, dann gelten für den Stoß nur die relativen Ein- und Austrittsgeschwindigkeiten. Hiervon wird im nächsten Kapitel die Rede sein; vorläufig genügt es, wenn festgestellt ist, daß zur Vermeidung hoher Stoßelastizitätskoeffizienten α nötig sind: Geringe Schienengewichte, schwere Laufräder, möglichst elastische Unterbettungen, nicht zu breite Schienenfüße, schmale Auflagefläche zwischen Rad und Schiene und niedrige Quetschgrenzen des Rad- und Schienenmaterials.

VII. Der Stoß des Rades gegen eine schiefe Ebene ohne Änderung der Umdrehungsgeschwindigkeit.

Es soll nun der Fall betrachtet werden, daß das Rad in der Richtung CO (Fig. 528) unter dem Winkel φ_2 auf eine unter dem Winkel φ_1 gegen die Horizontale geneigte Schiene AG falle.

Wie bisher sei angenommen, daß der ganze Bewegungsvorgang in der zur Rotationsachse senkrechten Schwerpunktebene stattfinde, daß also das Rad allein ohne Radachse rolle. Durch den Stoß des Rades auf die Schiene werde keinerlei Änderung der Rotationsgeschwindigkeit hervorgerufen.

Die Aufgabe ist zunächst folgende: Wie groß ist der Abschlagwinkel φ_2, wenn die Horizontalkomponente der Einfallgeschwindigkeit $OB = c_x$, ferner die Winkel φ_1 und φ_2 gegeben sind?

Für die Stärke des Stoßes des Rades gegen die Schienenoberfläche ist die Geschwindigkeitskomponente

$$OD = \frac{c_x \sin \varphi_2}{\cos (\varphi_2 - \varphi_1)}$$

maßgebend. Da die in Betracht kommenden Winkel sehr klein sind, so darf für den Sinus und Tangens derselben der dazu gehörige Bogen und für den Cosinus der Wert 1 gesetzt werden. Die Komponente OD wird sonach gleich $c_x \varphi_2$ und die für die Sprunghöhe maßgebende Geschwindigkeit ist gleich $\alpha c_x \varphi_2$, wenn α den durch Gleichung 52) des vorigen Kapitels gekennzeichneten Stoßelastizitätskoeffizienten bedeutet. Diese Geschwindigkeit ist aber gleichbedeutend mit dem Geschwindigkeitskomponenten $c_x \varphi_3$, so daß die Gleichung aufgestellt werden kann:

$$\varphi_3 = \alpha \varphi_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 60)$$

Bei geeigneter Wahl des Neigungswinkels φ_1 der Schienenoberfläche an der Aufschlagstelle wird es sich erreichen lassen, daß das Rad nach dem Aufschlag wieder dieselbe Sprunghöhe erreicht, von der es herabgefallen war. Die Bedingung hierfür lautet:

$$\varphi_2 - \varphi_1 < \varphi_3 + \varphi_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 61)$$

Durch Einsetzung des Wertes von φ_3 aus 43) ergibt sich:

$$\frac{\varphi_2}{\varphi_1} < \frac{2}{1 - \alpha'} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 62)$$

oder etwas anders geformt

$$\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\varphi_1} < \frac{1 + \alpha}{1 - \alpha'} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 63)$$

Der Winkel $\varphi_2 - \varphi_1$ ist aber nichts anderes als der Winkel der Fallkurve des Rades in dem Augenblick des Aufschlags, dessen Tangente nach Gleichung 27) mit $\frac{dy}{dx} = \frac{g \cdot x}{c_x^2}$ bestimmt war. Unter Benutzung dieses Wertes ergibt sich:

$$\frac{dy}{dx} = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{g \cdot x}{c_x^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 64)$$

und weiter mit Hilfe von 63):

$$\frac{g \cdot x}{c_x^2} < \varphi_1 \frac{1 + \alpha}{1 - \alpha} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 65)$$

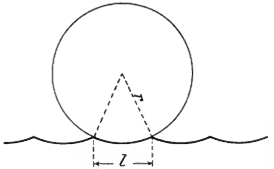


Fig. 529.

Mit Hilfe dieser Gleichung läßt sich eine wichtige Beziehung zwischen der Wagengeschwindigkeit und der Möglichkeit zum Hüpfen des Rades ableiten. Die Intensität des Hüpfens des Rades wird nachlassen, wenn der Winkel φ_1 so klein ist, daß er der Gleichung 65) nicht mehr genügt.

Der größte Wert, den der Winkel φ_1 annehmen kann, ist zweifellos dann vorhanden, wenn die Wellen eine in Fig. 529 gegebene Form annehmen und die Krümmung des Wellentals mit der der Lauffläche des Radreifens gerade übereinstimmt und die Sprungweite $(2x)$ gleich der Länge l einer Welle ist. Es ist dann angenähert

$$x = r \varphi_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 66)$$

und Gleichung 65) ergibt mit Hilfe dieses Wertes

$$c_x^2 > \frac{r g \varphi_1 (1 - \alpha)}{1 + \alpha} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 67)$$

und nach Einsetzung von 29)

$$\varrho > r \frac{1 - \alpha}{1 + \alpha} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 68)$$

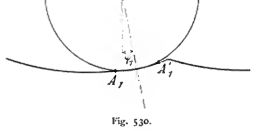


Fig. 530.

Hierbei hat α für ruhende Schienen den in Gleichung 52) angegebenen Wert. Durch den Zusammenstoß gerät aber die Schiene mitsamt der Unterbettung in Schwingungen, deren Zeitdauer durch 49) bestimmt werden kann, wenn eine entsprechend reduzierte Masse m eingesetzt wird. Hierdurch wird aber der Koeffizient α beeinflußt, so daß er bei dem zweiten Zusammenstoß einen andern Wert hat als bei dem ersten. Ist die Geschwindigkeit der Schiene beim zweiten Zusammenstoß nach oben gerichtet und gleich $-v_2$, dann erweitert sich 52) in

$$\alpha = -\frac{m_1 - m_2 \alpha'}{m_1 + m_2} + \frac{m_2 (1 + \alpha')}{m_1 + m_2} \cdot \frac{v_2}{v_1} \quad . \quad 69)$$

Unterschreitet nun c_x den durch Gleichung 67) und 69) definierten Wert, dann werden die Sprünge des Laufrades immer kürzer und es erfolgen auch Zusammenstöße mit der Wellenkuppe, die deren Abnutzung zur Folge haben müssen, d. h. vorhandene Riffeln werden beseitigt und Neubildungen sind unmöglich.

Es gibt also für jede Wagentype, für jede Schienenart und für jede Unterbettung eine untere Grenze für die Wagengeschwindigkeit, nach deren Unterschreitung das Rollen der Räder eine ausgleichende und verebnende Wirkung auf die Schienenoberfläche hat. Je kleiner α wird, desto höher liegt die kritische Grenze.

Zahlenbeispiel. Für eine Unterbettung aus Sand und für leichte Schienen wird α negativ; es sei $= -0{,}2$, $r = 0{,}4$ m, $g_1 = 90$, dann muß die Wagengeschwindigkeit größer als 7,3 m/Sek. sein, wenn Riffelbildung eintreten soll. Der Zusammenhang zwischen α und c_x ergibt sich aus der nachstehenden Tabelle.

$\alpha =$	1	η_4	η_3	η_2	0	$-\eta_2$	$-\eta_3$	$-\eta_4$	-1
$c_\varepsilon >$	0	2,3	3,4	4,6	6,0	7,8	10,4	13,9	∞

Nach den Erörterungen über das Rollen auf gewellter Schienenoberfläche ist allerdings der in Fig. 529 zur Darstellung gebrachte Grenzfall in Wirklichkeit nicht möglich, weil die Stoßkraft zu groß werden und zur Aufnahme derselben nur eine unendlich kleine Auflagefläche an der Wellenspitze zur Verfügung stehen würde. Tatsächlich ist der Radius des Wellentals auf der Schienenoberfläche größer als der Laufradhalbmesser, so daß auch die Flugbahnlänge $2\,r$ des Laufrades größer ist als $2\,r\eta_1$. Das muß schon deshalb der Fall sein, weil es zur Erzielung eines günstigen α nötig ist (s. Fig. 530). Nach Föppl ist bei einer Berührungslänge von 4 cm und einem Stoßdruck von 50000 kg die Berührungsstrecke A_1A_1'

$$A_1A_1' = 2 \cdot 1{,}52 \sqrt{\frac{50000}{4\,E} \cdot \frac{\varrho\, r}{\varrho - r}} = 1{,}69\ \text{cm} \quad . \quad 70)$$

wenn noch $\varrho = 150$ cm, $r = 40$ cm und $E = 2\,200\,000$ gesetzt wird. Die Welle muß also in dem gewählten Beispiel mindestens $8^1/_2$ mm länger sein als Gleichung 66) voraussetzt, wenn ein günstiger Stoßelastizitätskoeffizient zustande kommen soll.

Aus diesen Gründen dürfen die in obiger Tabelle angegebenen Werte von c_ε um $50^0/_0$ zu vergrößern sein. Einen vermindernden Einfluß haben dagegen die in Kapitel IX behandelnden Schwingungen des Laufrades und den Schienen.

VIII. Der Stoß des Rades gegen eine schiefe Ebene mit Änderung der Umdrehungsgeschwindigkeit.

Die Voraussetzungen seien dieselben wie im vorhergehenden Kapitel, es soll nur die Bedingung fallen, daß durch den Stoß die Rotationsgeschwindigkeit keinerlei Änderung erfahre. Das Rad kann zwar an der Achse sitzend gedreht werden, jedoch soll die Welle so biegsam sein, daß sie für den Augenblick des Aufschlags keinerlei Einfluß auf die Rotationsgeschwindigkeit nehmen kann, was ja auch tatsächlich der Fall ist. Das Rad treffe wiederum in der Richtung CO (s. Fig. 528) unter dem Winkel φ_2 auf eine unter dem Winkel φ_1 gegen die Horizontale geneigte Schiene AG. Die Horizontalkomponente der Schwerpunktsgeschwindigkeit des Rades sei $BO = c_h$ und die Umdrehungsgeschwindigkeit des Rades u_1, die größer oder kleiner als $\frac{c_2}{r}$ sein soll.

Hat nun die Achse und das Rad in horizontaler Richtung gegenüber der Achsbüchsenführung kein Spiel, dann stimmt c_h mit der Wagengeschwindigkeit überein. Setzt man wiederum wegen der Kleinheit der Winkel die Cosinus gleich 1 und die Sinus und Tangens gleich dem Bogen, dann ist der Abschlagwinkel

$$\varphi_3 = \alpha\varphi_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 71)$$

da angenommen werden darf, daß c_ε durch den Stoßvorgang nicht geändert wird. Gleichzeitig mit dem Stoß an der Berührungsstelle zwischen Rad und Schiene findet ein Stoß der Achse gegen den Untergestellrahmen statt, der zur Folge hat, daß die nach aufwärts gerichtete Bewegung des Laufrades gebremst wird; unter sonst gleichen Verhältnissen wird deshalb die Sprunghöhe und damit die Sprungweite nicht so groß sein wie im vorhergehenden Kapitel. Von Interesse ist es nun noch, ob während des Stoßvorgangs ein Gleiten des Rades gegen die Schiene stattfindet.

Bekanntlich kann man während des Stoßes zweier Körper gegeneinander zwei Perioden unterscheiden. Die erste dauert von dem Augenblick der Berührung bis zu dem Zeitpunkt, wo die Schwerpunkte ihren kürzesten Abstand erreicht haben. Die zweite beginnt mit diesem Zeitpunkt und hört dann auf, wenn die Körper außer Berührung treten. Zunächst sei nun die erste Stoßperiode betrachtet. Die Umdrehungsgeschwindigkeit vor dem Stoß sei u_1, nachher u_2. Der Zusammenhang zwischen u_1 und c_h sei durch die folgende Gleichung ausgedrückt:

$$r u_1 = c_h\,(1 - \varepsilon) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 72)$$

worin r den Radius des Laufrades und ε einen Koeffizienten bezeichnet, der etwas kleiner oder größer als 1 ist und dessen Bedeutung aus dem späteren folgt. Für u_2 gilt unter der Voraussetzung, daß nach Beendigung der ersten Stoßperiode kein Gleiten des Rades gegen die Schiene mehr stattfindet, die Beziehung

$$r u_2 = \frac{c_h}{\cos\varphi} \sim c_h \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 73)$$

Bezeichnet man die Bewegungsgröße des Stoßes in Richtung der Schiene OA (Fig. 528) mit $\mathfrak{B}_x$ und in der dazu senkrechten Richtung OD mit $\mathfrak{B}_y$, dann ist nach den Sätzen über die Bewegungsgrößen angenähert

$$\mathfrak{B}_y = M c_h \varphi_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 74)$$

wenn M die reduzierte Masse des Laufrades bedeutet; ferner ist:

$$\mathfrak{B}, r = M' r^2 (u_2 - u_1) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 75)$$

oder unter Verwendung von 72) und 73)

$$\mathfrak{B}_x = M' c_h \varepsilon \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 76)$$

wobei $M' r^2$ das Trägheitsmoment in Bezug auf die Umdrehungsachse (Laufradachse) bedeutet. Da die rotierende Masse des Elektromotors und des gegenläufigen Rades nicht starr verbunden sind, so ist unter M' ebenfalls eine reduzierte Masse zu verstehen. Soll nun während des Stoßvorgangs kein Gleiten des Rades gegen die Schienen stattfinden, dann darf unter keinen Umständen

$$\frac{\mathfrak{B}_x}{\mathfrak{B}_y} > \mu \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 77)$$

sein, wenn μ den Reibungskoeffizienten bezeichnet. Es muß vielmehr mindestens

$$\frac{\mathfrak{B}_x}{\mathfrak{B}_y} < \mu \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 78)$$

sein, oder unter Benutzung von 74) und 76)

$$\mu > \frac{M'\varepsilon}{M\varphi_2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 79)$$

Die in diesem Ausdruck vorkommende Größe ε ist nach Gleichung 72) definiert als ein Koeffizient, der angibt, um wie viel die Geschwindigkeit des Radumfangs von der des Radmittelpunkts gegenüber der Schiene verschieden ist. Für Kurven würde bei starren Achsen das Außenrad dieselbe Winkelgeschwindigkeit haben, wie das Innenrad. Ist die Geschwindigkeit des Wagens am Außenrad c_h, dann ist dieselbe am Innenrad $c_h\left(1 - \frac{q}{R}\right)$, worin R den Radius des äußeren Stranges und q die Spurweite bedeutet. Nun ist die Achse aber nicht starr, sondern elastisch und führt ähnliche Schwingungen aus wie ein Torsionspendel. Infolgedessen wird ε nicht ganz mit $\frac{q}{R}$ übereinstimmen, sondern mit $\frac{\eta q}{R}$, worin η

einen Faktor bezeichnet, der die Torsionsschwingungen berücksichtigt. Setzt man diesen Wert von ε mit

$$\varepsilon = n\,\frac{q}{R} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 80)$$

in 79) ein, so ergibt sich:

$$R > \frac{M' n q}{M \mu q_2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 81)$$

Hierbei darf für den Reibungskoeffizienten μ nicht der übliche Wert für ruhende Lasten eingesetzt werden, sondern ein gemäß Kapitel I entsprechend reduzierter.

Zahlenbeispiel. Es sei $\frac{M'}{M} = 0{,}72$, $n = 1{,}2$, $q = 1{,}435$ m, $q_2 = 0{,}1$, $\mu = 0{,}1$ so ergibt sich:

$$R > 124 \text{ m}.$$

Soll also während des Stoßes kein Gleiten stattfinden, dann muß der Kurvenradius größer als 124 m sein. Ist der Radius kleiner, dann gleitet das Rad während des Stoßes und ruft dadurch eine bedeutende Abnutzung insbesondere auf der ansteigenden Seite des Wellenberges hervor; infolgedessen unterliegen die Wellenberge einer raschen Abnutzung. Das durch die Reibung erhitzte und zum Fließen gebrachte Material weist außerdem einen geringen Stoßelastizitätskoeffizienten auf, so daß die Riffel bildende, kritische Geschwindigkeitsgrenze (67) eine höhere ist als bei größeren Kurvenradien. Da die auf- und abgehende Bewegung des Rades bei schieferen Kurven noch durch das seitliche Reiben des Spurkranzes an der Schiene behindert ist und die Geschwindigkeit in scharfen Kurven gerade eine reduzierte zu sein pflegt, so ist die Riffelbildung ohnehin schon in den meisten Fällen unmöglich.

Hat die Achse gegenüber dem Untergestell in horizontaler Richtung Spiel, dann wird die Geschwindigkeit c_h des Radmittelpunktes allgemeinen nicht mit der Wagengeschwindigkeit übereinstimmen. Der Zusammenhang zwischen der Umdrehungsgeschwindigkeit n_1 und c_h sei in der gleichen Weise wie in 72) dargestellt durch

$$r n_1 = c_h (1 - \varepsilon) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 82)$$

Die Geschwindigkeit des Radmittelpunktes nach Beendigung der ersten Stoßperiode sei c_x' und die Umfangsgeschwindigkeit sei $r n_2$. Für den Fall, daß nach Beendigung der ersten Stoßperiode kein Gleiten des Rades mehr stattfindet, gilt die Gleichung:

$$c_x' = r n_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 83)$$

Ferner ergibt sich (s. Fig. 528):

$$\frac{M c_h \varepsilon n q_2}{\cos(q_2 - q_1)} = M c_x' \quad \mathfrak{P}_x \sim M c_x - M c_x' \quad . \quad 84)$$

$$\frac{M c_h \sin q_2}{\cos(q_2 - q_1)} = \mathfrak{P}_y \sim M c_h q_2 \quad . \quad . \quad 85)$$

$$\mathfrak{P}_x r = M' r_2 (u_2 - u_1) \quad . \quad . \quad . \quad 86)$$

Die Auflösung der Gleichungen 82) bis 86) nach $\mathfrak{P}_x$, $\mathfrak{P}_y$ und c_x' ergibt folgende Annäherungswerte:

$$\mathfrak{P}_x = \frac{\varepsilon M M'}{M + M'} c_h \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 87)$$

$$\mathfrak{P}_y = M q_2 c_h \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 88)$$

$$c_x' = \frac{M + M'(1 - \varepsilon)}{M + M'} c_h \quad . \quad . \quad . \quad 89)$$

Zur Untersuchung der zweiten Stoßperiode sei angenommen, daß die Bewegungsgrößen der rückschnellenden Kräfte in der Richtung der X-Achsen $\mathfrak{P}_x' = \alpha_1 \mathfrak{P}_x$ und in der Richtung der Y-Achse $\mathfrak{P}_y' = \alpha_2 \mathfrak{P}_y$ seien; zur Vereinfachung sei α_1 gleich α_2 gesetzt, obwohl das mit der Wirklichkeit nur angenähert übereinstimmen wird. Die Komponente der Schwerpunktsgeschwindigkeit in Richtung der X-Achse sei c_x'' (OG in Fig. 528). Für die X-Achse gilt alsdann die Gleichung

$$M c_x' - M c_x'' = \alpha \mathfrak{P}_x \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 90)$$

Unter Zuhilfenahme von 87) und 89) ergibt sich

$$c_x'' = \left(1 - \frac{(1 + \alpha)\varepsilon M'}{M + M'}\right) c_h \quad . \quad . \quad . \quad 91)$$

Für die Y-Achse gilt:

$$M c_y q_3 = \alpha \mathfrak{P}_y = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 92)$$

woraus mit Hilfe von 88) und 91) folgt:

$$q_3 = \frac{\alpha q_2 (M + M')}{M + M' - (1 + \alpha)\varepsilon M'} \quad . \quad . \quad 93)$$

Bildet man analog wie in 77) die Ungleichung:

$$\frac{\mathfrak{P}_x + \alpha \mathfrak{P}_x}{\mathfrak{P}_y + \alpha \mathfrak{P}_y} = \frac{\mathfrak{P}_x}{\mathfrak{P}_y} < \mu \quad . \quad . \quad . \quad 94)$$

und setzt man die Werte von 87) und 88) ein, so erhält man

$$\varepsilon < \frac{M + M'}{M'} \mu q_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 95)$$

Unter Benutzung von 80) ergibt sich sodann:

$$R > \frac{M' n q}{(M + M') \mu q_2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 96)$$

Zahlenbeispiel. Ist $\frac{M'}{M} = 0{,}72$, $n = 1{,}2$, $q = 1{,}435$ m, $\mu = 0{,}1$, $q_2 = 0{,}13$, dann ergibt sich $R > 55$ m.

Während also bei Achsbuchsen, die gegenüber dem Untergestell kein Spiel haben, die Grenze für die Riffelbildung bei einem Kurvenradius von ungefähr 124 m lag, sinkt dieser Wert bei freien Achsbüchsen auf 55 m herab. Erstere Art des Achseneinbaus ist also empfehlenswerter hinsichtlich der Vermeidung von Riffelbildung.

Für Außenräder von Kurven hat ε nach 80) den Wert von $n\,\frac{q}{R}$, für Innenräder wird ε negativ. Setzt man in 93) für ε einmal einen positiven und einmal einen negativen Wert ein, dann erhält man die Abschlagwinkel q_3 auf dem äußeren und inneren Schienenstrang. Durch den Vergleich beider Werte kann geschlossen werden, daß derselbe auf dem äußeren Schienenstrang größer sein muß als auf dem inneren (bis zu 6%).

Während des Stoßvorgangs schreitet das Momentanzentrum und mit ihm die Berührungsfläche zwischen Rad und Schiene mit sehr großer Geschwindigkeit vorwärts, weil das Rad ja in einer Hohlkehle läuft; die Größe dieser Geschwindigkeit kann nach Gleichung 41) bestimmt werden.

Wie in Kapitel III bereits auseinandergesetzt wurde, läuft dem gebremsten Rad eine Kompressionswelle voraus, die bei genügend hohem Druck teils eine dauernde, teils eine vorübergehende Formveränderung der Schiene zur Folge hat. Das Rad sucht das Material der Schiene nach vorwärts zu drängen und den Winkel q_1 (Fig. 528) allmählich zu vergrößern. Die Folge hiervon ist eine

Vergrößerung von q_2 und q_3, was wiederum die Sprunghöhe verstärkt. Umgekehrt wird beim ziehenden Rad die Sprunghöhe vermindert. Die Riffelbildung wird also auf der Außenseite der Kurven, wo die Räder in der Regel gebremst sind, kräftiger sein als auf der Innenseite, doch kann ein hoher Stoßelastizitätskoeffizient diesen Unterschied mehr als ausgleichen.

(Schluß folgt.)

Kleine Nachrichten.

Beschreibung ausgeführter oder geplanter Bahnanlagen sowie besonderer Systeme.

Elektrische Bahn Niedersedlitz—Lockwitz—Kreischa. Während die elektrischen Straßenbahnen innerhalb der Städte vorwiegend der Personenbeförderung dienen, spielen sie in der weiteren Umgebung mehr die Rolle einer Kleinbahn und haben als solche oft noch die Beförderung von Gütern, Postsachen usw. zu übernehmen. In Fig. 531 ist ein Motorwagen der von den Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerken, Frankfurt a. M., erbauten Bahn Niedersedlitz—Lockwitz—Kreischa (bei Dresden) abgebildet, der mit einer Einrichtung zur Paketbeförderung ausgerüstet ist. Auf jeder Wagenseite sind zwei Klapptüren vorgesehen, die nach außen aufgehen und ein leichtes Hineinbringen der Gepäckstücke ermöglichen. Der Wagen ist ferner in der Mitte durch eine Scheidewand mit Schiebetür in zwei Abteile geteilt, so daß das eine für Paketbeförderung, das andere für Personenbeförderung verwendet werden kann. Die Bänke sind aufklappbar und die Füße der Bänke umklappbar angeordnet, um möglichst viel Raum zu gewinnen. Um einer Beschädigung der Fensterscheiben bei Paketbeförderung vorzubeugen, sind auf der Innenseite Holzschiebejalousien angebracht. Zu Zeiten schwachen Personenverkehrs wird der Motorwagen bisweilen nur als Postwagen benutzt; die Jalousien werden in diesem Falle sämtlich heruntergelassen, und die Schiebetür der Scheidewand zurückgeschoben.

Für die Beförderung von Wertsachen befindet sich auf jeder Wagenseite noch ein besonderer eiserner Kasten mit doppeltem Verschluß, der nur von der zuständigen Postverwaltung geöffnet werden kann.

Im übrigen ist der Motorwagen eingerichtet für 24 Sitzplätze und bietet auf den beiden mit Schutzwänden versehenen Plattformen Raum für 12 Stehplätze.

Die sonstigen Einrichtungen entsprechen, wie Fig. 532 zeigt, den im allgemeinen üblichen. Der Wagenkasten mit den Plattformen ruht auf zwei einachsigen Drehgestellen, die ein Einstellen des Wagens auch in Kurven

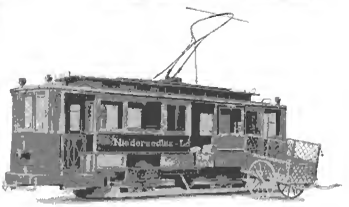


Fig. 531.
Motorwagen der elektrischen Bahn Niedersedlitz—Lockwitz—Kreischa.

von 15 m Radius ermöglichen; kräftige Blattfedern sorgen für ein ruhiges und vollkommen stoßfreies Laufen. Der Radstand beträgt 3000 mm, der Raddurchmesser 800 mm.

Der Antrieb des Wagens erfolgt durch zwei Motoren von je 30 PS Leistung mittels Zahnradgetriebes. Die durchschnittliche Geschwindigkeit beträgt ca. 20 km/St.

Für die Bremsung des Wagens ist eine Vierklotzbackenbremse vorgesehen, die durch Ratschenkurbel betätigt wird. Außerdem können die Motoren in der bekannten Weise elektrisch gebremst werden. Um ein Gleiten der Räder bei schlüpfrigen Schienen zu verhindern, ist vor jedem Wagen ein Sandstreuer angeordnet.

Die Beleuchtung des Wagens besteht aus je einer Reflektorlampe an der Plattformwand, von denen die hintere durch Vorstecken einer roten Scheibe als Schlußsignal benutzt wird, ferner vier Dachlampen zur Beleuchtung der Fahrtrichtungsschilder. Die Beleuchtung des Wageninnern erfolgt durch vier Wandarme, die der Plattformen durch je eine Deckenlampe.

Die Anhängewagen sind für 16 Sitz- und 13 Stehplätze eingerichtet und haben offene Plattformen. Sie laufen nicht auf Drehgestellen, sondern auf festem Untergestell mit einem Radstand von 1800 mm.

Auch die Anhängewagen haben auf jeder Wagenseite eine Klapptür und aufklappbare Sitzbänke, so daß sie ebenfalls zur Postbeförderung herangezogen werden können.

Die Bremsung der Anhängewagen erfolgt durch eine mittels Ratschenkurbel betätigte Vierklotzbackenbremse. Außerdem ist eine Solenoidbremse vorgesehen, die in den Stromkreis der Motoren eingeschaltet wird, wenn diese auf die Bremswiderstände kurzgeschlossen werden.

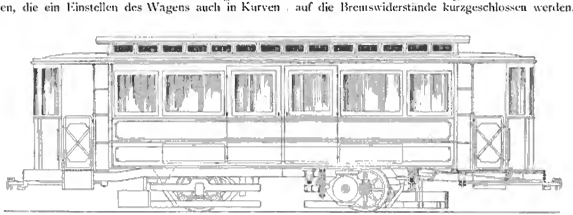


Fig. 532. Motorwagen, erbaut von den Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerken, für die elektrische Bahn Niedersedlitz—Lockwitz—Kreischa.

Motor- und Anhängewagen können durch besondere Heizkörper elektrisch geheizt werden.

Die Wagen sind von der Waggon- und Maschinenfabrik Busch in Bautzen gebaut, die gesamte elektrische Einrichtung stammt von den Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerken, die auch, wie bereits anfangs erwähnt wurde, die Bahn gebaut haben. Die gesamte Streckenlänge beträgt 10 km.

Zuschriften an den Herausgeber.

(Abgedruckt ohne Verantwortlichkeit des Herausgebers.)

Statt der gewünschten Aufklärung auf meine in Nr. 11 dieser Zeitschrift erhobenen Einwände finde ich in der Antwort des Herrn Heym einen neuen Widerspruch.

1. In seinem Aufsatz in Heft 35 vom 14. Dez. 1907 behauptet Herr Heym, daß sich die Anlagekosten für die Krafterzeugungsanlage inkl. Unterwerke bei Wahl von 15 Perioden gegenüber 25 Perioden um ca. $^1/_8$ höher stellen würden, das wären für diesen Fall ca. M. **360 Millionen.** — Anderseits soll sich nach Herrn Heym bei Anschaffung 15 periodiger gegenüber 25 periodiger Lokomotiven eine Ersparnis von ca. **120 Millionen** erzielen lassen. Diese beiden Angaben mögen an sich zutreffend sein, ich zog sie nicht in Zweifel. Meine Frage bezog sich lediglich darauf, wie durch bloße Verminderung der Lokomotivkosten um 120 Mill. allein schon die von Herrn Heym behauptete mehrfache Deckung der hiernach um 240 Mill. höheren Anlagekosten (die Herr Heym als eine geringe Erhöhung ansieht) für die Krafterzeugungsanlage errechnet werden könnte. Hierauf antwortet Herr Heym, daß bei Wahl einer 15- gegenüber 25 periodigen Krafterzeugungsanlage nicht eine Erhöhung, und zwar um $^1/_8$, wie ursprünglich behauptet, sondern eine Verminderung der Anlagekosten, und zwar um $^1/_8$ derselben, resultieren würde. Das widerspricht erstens den früheren Angaben des Herrn Heym und beantwortet zweitens nicht meine Beanstandung. Die weitere Ausführung, daß mit Abnahme der Periodenzahl quadratisch proportional die Betriebsverluste abnehmen, bleibt von mir unbestritten, besteht aber als Tatsache für sich und hat nicht Bezug auf meinen Einwand.

2. Unter Einrechnung einer Betriebsersparnis von M. 3,15 bei elektrischem an Stelle von Dampfbetrieb sollen die Gesamtunkosten der elektrischen Verkehrsanlage (bestehend in Tilgungs-, Verzinsungs-, Instandhaltungs- und Betriebsausgaben) noch M. 23,55 betragen. Die Bruttoeinnahmen der amerikanischen Dampfbahnen, deren Höhe auch für elektrischen Betrieb unter den gleichen Verkehrsverhältnissen Grenzwert sein müßte, beliefen sich im Jahre 1905 auf M. 27 pro km, so daß als Nettoeinnahmen für elektrischen Betrieb 27 — 23,55 = M. 3,45 anzusehen wären. Dazu habe ich die Herrn Heym völlig dunkle Frage gestellt, wie daraus das bedeutende wirtschaftliche Übergewicht des elektrischen gegen den Dampfbetrieb ohne Kenntnis der entsprechenden Nettoeinnahmen bei Dampfbetrieb zu ersehen wäre.

Ich ersuche daher Herrn Heym höflichst um gefällige wiederholte Aufklärung seiner mir noch immer dunkel gebliebenen Behauptungen. Julius Gerstle.

Aus den Geschäftsberichten.

Dem **Verwaltungsbericht der städtischen Straßenbahn in Frankfurt a. M. über das Geschäftsjahr vom 1. April 1906 bis 31. März 1907** entnehmen wir: Die Erweiterung des Bahnnetzes, insbesondere aber die Umgestaltung des Betriebes auf der Frankfurt-Offenbacher Bahn brachte eine bedeutende Verkehrssteigerung. Die Offenbacher Bahn, für die bereits in der seinerzeit an die Stadtverordneten-Versammlung gelangten Vorlage eine gute Steigerung des Verkehrs vorausgesagt worden war, brachte nach ihrer vollständigen Umwandlung schon im Berichtsjahre eine Verkehrssteigerung von über 300 %. Dabei bewegte sich der Verkehr der Bahnlinie am Schlusse des Berichtsjahres noch ganz erheblich aufwärts.

Das Bahnnetz wurde erweitert durch Inbetriebnahme der Neubaustrecken: Fahrgasse—Allerheiligentor-Ostbahnhof, Moltke-Alle, Schäfergasse, Darmstädterlandstraße Mörfelderlandstraße Ecke —Landesgrenze bei Offenbach.

Diese Streckenerweiterungen machten eine erhebliche Personalvermehrung erforderlich; es stellte sich darnach am Schlusse des Berichtsjahres die Zahl der beschäftigten Beamten und Bediensteten auf 1741 gegen 1467 im Vorjahre.

Die Zahl der verausgabten Wochenkarten stieg von 157848 Stück im Jahre 1905 auf 206211 Stück im Jahre 1906.

An Monatszeitkarten wurden im Jahre 1905: 99762 Stück und im Berichtsjahre 1906: 114863 Stück verausgabt.

Die Erhöhung der Beamtengehälter erforderte	M.	67133
» » Arbeiterlöhne	»	97190
» » Mietzuschüsse	»	54648
» Gewährung von Teuerungszulagen	»	28125
zusammen	M.	247096

Dabei ging die Einnahme pro Wagen-km durch die erwähnte Zunahme der Abonnenten zurück. Die Mindereinnahme pro Wagen-km stellte sich auf 1,2 Pf. gegen das Vorjahr.

In das Berichtsjahr fiel die Einführung der Fahrkartensteuer, welche am 1. August in Kraft trat und auf den größeren Teil der Zeitkarten und einen geringeren Teil der Wochenkarten Anwendung fand; sie lieferte für die Reichsverwaltung in der Zeit vom 1. August bis 31. März eine Summe von M. 15368. Abgesehen von der Mehrarbeit, welche die Erhebung der Fahrkartensteuer den Abrechnungsbureaus verursachte, hat die Einführung der Steuer Schwierigkeiten für den Bahnbetrieb nicht gebracht.

Der Bruttoüberschuß stellte sich auf M.		2988662,92.
Derselbe wurde wie folgt verwendet:		
1. Dotierung der Arbeiterpensionskasse	M.	79050,—
2. Beiträge zu den Pensionen sowie zur Witwen- und Waisenversorgung der Beamten . . .	»	16230,—
3. Rente an die Frankfurter Trambahn-Gesellschaft (zu zahlen bis einschließlich 1914) . . .	»	327623,90
4. Beiträge zur Straßenunpflasterung und -Unterhaltung, für Straßen-Neupflasterung sowie für Straßenerbreiterungen . .	»	235166,66
5. Anteil an den Kosten der allgemeinen Stadtverwaltung, des Kassen- und Rechnungswesens der Stadt sowie der Hauptstelle des Elektrizitäts- und Bahnamts	»	69578,44
6. Zur teilweisen Deckung des Fehlbetrages der städtischen Wald- und Vorortbahn . . .	»	90300,—
7. Verzinsung (3,8 %) und Tilgung (1,5 %) des Anlagekapitals .		668390,10
Übertrag	M.	1486339,10

Übertrag M. 1 486 339,10
8. Beschaffung von Betriebsmitteln » 65 000,—
9. Einlage in den Erneuerungs- und Reservefonds . . . . » 275 000,—
10. Reingewinn . . . . . » 1 162 323,82
M. 2 988 662,92

Bis Ende März 1907 sind für die Straßenbahn (einschließlich Frankfurt-Offenbacher Straßenbahn) insgesamt aus Anleihen aufgewendet worden . . . . . M. 13 918 255,67
bis dahin wurden getilgt . . . » 1 214 083,16
so daß am 31. März 1907 als Schuldbestand verblieben . . . M. 12 704 172,51

Der Erneuerungsfonds hatte mit der oben erwähnten Einlage von M. 275 000 eine Höhe von M. 2 653 733,53 erreicht.

Die Betriebsleistungen sowie die Einnahmen auf den einzelnen Linien gehen aus der Verkehrsübersicht (Tabelle I) hervor. Im ganzen wurden im Berichtsjahre 17 081 665 Nutzkm, einschließlich der von unseren Betriebsmitteln in Offenbach geleisteten Wagen-km, gefahren gegen 15 057 614 im Vorjahre, mithin 13,4 % mehr. Sie verteilen sich auf 12 206 065 Motorwagen-km und 4 875 600 Anhängewagen-km, während im Vorjahre 10 881 745 Motorwagen-km und 4 175 869 Anhängewagen-km geleistet wurden.

Am Schlusse des Berichtsjahres waren dem Betrieb übergeben: 286 Motorpersonenwagen, 7 Motorpostwagen, 1 Meßwagen, 138 geschlossene Anhängewagen, 61 offene Anhängewagen, 12 Salzwagen und Schneepflüge, 1 Transportwagen, 1 Plateauwagen, zusammen 507 Wagen.

Es wurden 23 neue Motorwagen beschafft, die in der eigenen Werkstätte montiert wurden und am Ende des Berichtsjahres dem Verkehr übergeben waren.

9 ehemalige Motorwagen der Frankfurt-Offenbacher Trambahn wurden zu Anhängewagen umgebaut, 1 Anhängewagen derselben Bahn wurde entsprechend umgeändert.

Tabelle II. Nachweisung
des im Rechnungsjahre 1906 für die Zugförderung benötigten Gleichstroms.

Monat	Gefahrene Wagen-km einschließlich Leerfahrten-, Transport- und Postwagen-km		Zur Berechnung zu ziehende Wagen-km*)	Stromverbrauch (Ziffern ablesen) KW.St	Bemerkungen
	Motorwagen	Anhängewagen			
1906					
April . .	997 009	357 063	1 026 230	478 993	*) 1Be Anhängewagen-km sind mit einem Drittel zur Berechnung gezogen.
Mai . . .	1 012 359	406 149	1 147 739	540 647	
Juni . . .	1 005 559	425 816	1 147 499	538 820	
Juli . . .	1 021 987	422 106	1 162 689	511 157	
August . .	1 038 723	419 596	1 178 589	528 875	
September	1 021 611	427 943	1 164 259	528 183	
Oktober .	1 031 833	430 611	1 172 037	563 102	
November	980 992	387 809	1 110 263	563 299	
Dezember.	1 056 986	430 170	1 200 376	660 870	
1907					
Januar . .	1 062 023	425 002	1 203 690	638 917	
Februar .	965 466	379 930	1 091 813	566 100	
März . .	1 078 648	425 800	1 220 583	615 140	
	12 183 196	4 927 701	13 825 765	6 740 093	
	Ausschließlich der in Offenbach von unseren Betriebsmitteln geleisteten Wagen-km		pro Wagen-km = 0,487		

Wattstunden pro Reechnungswagen-km für 1904/05 550 (ohne Zeitzähler); Wattstunden pro Rechnungswagen-km für 1906/07 487 (mit Zeitzähler), demnach Minderverbrauch für 1906/07 63 Wattstunden. Für 13 825 765 Rechnungswagen-km wurden demnach unter Zugrundelegung eines Preises von 10 Pf. für die KW.St. M. 87 102,32 erspart.

Über die im Berichtsjahre 1906 mit der Stromkontrolle durch Zeitzähler erzielten Resultate gibt die Tabelle II Aufschluß. Hierbei bleibt noch zu berücksichtigen, daß die Witterungsverhältnisse im vergangenen Winter sehr

Tabelle I. Verkehrsübersicht für das Rechnungsjahr 1906.

Nr. der Linie	Bezeichnung der Betriebstrecken	Betriebslänge m	Zurückgelegte Wagen-km	Beförderte Personen	Einnahme M.	Durchschnittseinnahme aus Fahrscheinen u. Zeitkarten	
						pro Fahrschein und Person Pf.	pro Wagen-km Pf.
7	Sachsenhausen-Nordend (Friedhof-West) . .	3 734,92	880 416	3 518 744	356 532,55	10,13	40,5
18	Schönhof-Mollkeallee-Rathaus-Ostbahnhof vom 1. Dez. 1906	5 620,00	614 022	2 253 426	229 819,30	10,20	37,4
6	Palmengarten-Zoologischer Garten	3 831,10	446 417	1 610 071	163 355,90	10,13	36,6
10	Bornheim-Hauptbahnhof	4 667,91	1 730 041	5 849 116	593 785,70	10,15	34,3
15	Sandhofstraße-Ostbahnhof	5 904,30	1 224 814	3 993 623	408 931,20	10,22	33,3
8	Ziegelhüttenweg-Friedhof-Ost	5 362,00	828 759	2 683 545	274 098,30	10,21	33,1
3	Bockenheimer Warte-Ostbahnhof	4 119,30	1 151 105	3 673 138	372 618,10	10,14	32,4
9	Bornheim-Sachsenhausen	3 497,40	508 086	1 613 659	163 688,55	10,14	32,2
13	Gutleutstraße-Eschersheimer Landstraße . .	4 274,00	637 033	1 999 192	203 002,95	10,11	31,7
1	Bockenheimer Warte-Hauptbahnhof	2 664,90	459 293	1 415 512	144 818,25	10,23	31,7
4	Schönhof-Sachsenhausen	5 873,10	941 263	2 635 110	274 694,90	10,42	29,2
5	Palmengarten-Sachsenhausen	4 556,20	573 745	1 625 590	165 566,85	10,18	28,9
2	Bornheim-Bahnhof-Bockenheim vom 1. Dez. 1906 ab	6 128,00	1 566 574	4 239 394	442 972,95	10,45	28,3
20	Schönhof-Rödelheim	2 191,55	241 251	518 888	68 151,90	13,13	28,2
12	Hauptbahnhof-Nordend (Günthersburgp.) . .	4 300,00	1 282 183	3 519 465	358 311,—	10,18	28,0
11	Bornheimer Landstraße-Rebstock	6 638,00	1 088 512	5 108 560	530 076,20	10,39	26,7
17	Hauptbahnhof Palmengarten	3 233,48	358 187	914 120	92 250,15	10,09	25,8
16	Offenbach-Oberrad-Sachsenhausen-Hauptbahnhof-Galluswarte-Rebstock	9 569,00	1 329 458	3 109 393	382 408,10	12,30	28,8
22	Seckbach-Sanlburgstraße	1 869,00	323 446	588 204	64 587,55	10,98	20,0
		87 044,16	17 081 665	50 869 730	5 288 059,40	10,40	31,0
	Abonnenten . . .			16 659 012	1 076 224,25	6,46	
	Insgesamt	87 044,16	17 081 665	67 528 742	6 364 883,65		37,2

ungünstige waren, wodurch der Stromverbrauch nachteilig beeinflußt wurde.

Da ungleichmäßige Abnutzung der Glimmer- und Kupferlamellen an den Kommutatoren der Bahnmotoren zu Schwierigkeiten Anlaß gab, ließen wir bei etwa 400 Motoren die Glimmerlamellen durch Aushobeln um etwa 0,5 mm vertiefen, so daß der schwankende Härtegrad des Glimmers für die Abnutzung des Kommutators außer Frage bleibt. Diese Maßnahme hat sich bewährt.

Um den Wagenführern die Möglichkeit einer besseren Anpassung der Fahrgeschwindigkeit an die örtlichen Verhältnisse zu bieten, als dies mit der üblichen Reihen-Parallelschaltung bei zweimotorigen Wagen ohne Vorhalte in den Vorschaltwiderständen möglich ist, haben wir eine Schaltung eingeführt, welche drei ökonomische Geschwindigkeiten ermöglicht, nämlich: Fahrt mit hintereinander geschalteten Motoren, Fahrt mit einem Motor und Fahrt mit zwei parallel geschalteten Motoren. Die Schaltung hat sich für unsere Zwecke als brauchbar erwiesen; wir sind z. Z. damit beschäftigt, sämtliche Wagen in der beschriebenen Weise zu ändern.

Die Streckenlänge vermehrte sich im Berichtsjahre um 7,35 km, die Gleislänge um 14,62 km, so daß sich am 31. März 1907 die Streckenlänge auf 52,52 km, die Gesamtlänge der Gleise einschließlich Nebengleise auf 113,86 km stellte. Die Betriebslänge im Jahresdurchschnitt betrug 45,28 km.

Neue Bücher.

Handbuch der elektrischen Beleuchtung. Von Herzog und Feldmann. Dritte vollständig umgearbeitete Auflage. 765 Seiten. Berlin 1907, Springer.

Das Buch erscheint binnen 9 Jahren zum dritten Male und enthält so ziemlich alles Wissenswerte von den Kraftwerken an bis zu Hausinstallationen und neuesten elektrischen Lampen, soweit nicht Spezialfragen in Betracht kommen. Die Stoffeinteilung ist klar, auch erleichtert eine ausführliche Inhaltsangabe und ein Sachregister das Nachschlagen bei den naturgemäß heterogenen Gebieten sehr.

Wie bei einem solchen Kompendium nicht anders zu erwarten, ist die Behandlung der verschiedenen Teile recht ungleichmäßig. Es dürfte dies damit zusammenhängen, daß es heutzutage wohl keinen Elektrotechniker mehr gibt, der über die verschiedenen Teile des immer mehr anwachsenden Stoffes vollständig orientiert wäre. Um so mehr erscheint es notwendig, bei der Behandlung der Probleme nach Möglichkeit auf die physikalischen Anschauungen und Grundgesetze zurückzugehen, auf die Gefahr hin, an Vollständigkeit zu verlieren, vielleicht sogar manchmal wichtige Neuerungen zu vergessen. So viel wenigstens die Studierenden — und zwar im weitesten Sinn — in Frage kommen, glaube ich, daß dies der einzige, auf die Dauer Erfolg bringende Weg ist.

Man wird wohl allgemein zugeben müssen, daß unsere elektrotechnische Literatur in dieser Beziehung noch verbesserungsfähig ist. Vor lauter Bestrebungen, die technische Seite der Probleme hervorzukehren und die abstrakte, graue Theorie abzustreifen, wird oft das Kind mit dem Bade ausgeschüttet und kann die Mehrzahl der Bücher kaum einen anderen als kompilatorischen Wert beanspruchen, indem eine Masse von technischen Ausführungsformen teils aus Abhandlungen, teils aus Reklameschriften und Katalogen entnommen und mehr oder weniger kritiklos in Wort und Skizze ausgeführt wird. Dem Leser ist es dann anheimgegeben, sich über die prinzipiellen Vorzüge und Nachteile der verschiedenen Systeme ein Bild zu machen.

Betrachtet man das vorliegende Buch von diesem Gesichtspunkte aus, so wird man anerkennen müssen, daß die Verfasser sich bemüht haben, nicht nur technische Ausführungsformen zu geben, sondern bis zu den physikalischen Grundprinzipien in ihrer mathematischen Fassung vorzudringen. Allerdings fehlt auch hier zuweilen — und dies ist ein Kardinalpunkt, weshalb so oft in der Technik die Theorie verpönt wird — das Bindeglied zwischen den theoretischen und den technischen Anordnungen.

So will ich nur auf das erste Kapitel hinweisen, welches viele interessante Arbeiten über Strahlung, Lichtbogen usw. wiedergibt. Es ist nicht recht klar, in welchem Zusammenhang diese Auseinandersetzungen mit dem Haupthalt des Buches stehen: Ebenso ist bei der Behandlung des Bleiakkumulators (S. 470 ff.) auf vier Seiten die moderne Theorie desselben in einer Form wiedergegeben, welche einmal mit dem übrigen technischen Charakter des Buches wenig harmoniert, andererseits wohl nur von denen verstanden wird, welche über die elektrolytischen Prozesse besser orientiert sind, als es Elektroingenieure zu sein pflegen.

Der Paragraph, welcher die Theorie des Parallelbetriebes von Wechselstrommaschinen behandelt, ist meines Erachtens verunglückt. Der Abschnitt über Isoliermaterialien (S. 237 bis 260) ist sehr reichhaltig; jedoch gerade in diesem Kapitel wäre eine stärkere Betonung der physikalischen Grundgesetze am Platz gewesen; ebenso wären Angaben darüber von Interesse, welche Formen sich in der Technik am meisten bewährt haben.

Das Kapitel über die Einrichtung ganzer Anlagen — insbesondere der maschinelle Teil — ist im Verhältnis zum Rest des Buches etwas dürftig ausgefallen; dagegen könnten wohl die Beschreibungen ausgeführter Anlagen fehlen, da sie doch in dieser Form wenig Wert haben.

Die meisten Figuren sind gut, aber nicht einheitlich wiedergegeben; einige Schaltskizzen (siehe u. a. S. 724) fallen unangenehm auf.

An Einzelheiten erwähne ich nur folgendes:

Der 600000 Volt-Transformator (S. 252) dürfte wohl einstweilen noch auf dem Papier stehen; die Bemerkung über die Kupfersparnis bei verkettetem Zweiphasenstrom (S. 392) ist zum mindesten irreführend; bei der Einzeichnung der Nebenschlußregulatoren von Dynamomaschinen ist der Kurzschlußkontakt nirgends eingezeichnet, die ganz elementaren Bemerkungen über die Entstehung von E. M. K. in Dynamos (S. 424 ff.) wären wohl überflüssig gewesen.

Der Hauptvorzug des Buches besteht unbedingt in seiner großen Reichhaltigkeit. Die Verfasser waren offenbar bestrebt, die verschiedenen Gebiete so zu behandeln, wie es dem jetzigen Stand der Technik entspricht. Ich glaube, daß bei einer stärkeren Betonung der Systematik das Buch noch sehr gewinnen würde. Ebenso empfehle ich für spätere Auflagen, daß am Anfang eines jeden Kapitels die wichtigsten zusammenfassenden Erzeugnisse der Spezialliteratur erwähnt werden. Brion.

Praktischer Ratgeber bei Steuereinschätzung und Steuerreklamationen nebst preußischem Einkommensteuergesetz. Von einem Steuersekretär. 64 Seiten. (60 Pf.)

Das neue preußische Ergänzungssteuergesetz vom 19. Juni 1906. 30 Seiten. Beide Berlin, L. Schwarz & Cie.

Ersteres Heftchen enthält eine gemeinverständliche Inhaltsangabe des Gesetzes nebst anschließendem Gesetzabdruck, letzteres lediglich einen Gesetzabdruck, beide

Heftchen ohne das für jeden Laien unentbehrliche alphabetische Register.
Coermann.

Das preußische Gewerbesteuergesetz. Berlin, L. Schwarz & Cie. 46 Seiten. (60 Pf.)

Wie den bereits früher erwähnten kleinen Textausgaben von Steuergesetzen fehlt auch der vorliegenden das für den Gebrauch unentbehrliche Sachregister. Vermißt wird ferner die Angabe des Gesetzdatums.
Coermann.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

3. Umwandlung der mechanischen Energie in elektrische.

High Speed Electrical Machinery. (Electr. Enging., 9. April 1908.)* Nach einem Vortrag von Law und Stoney, Inst. Electr. Eng. a) Gleichstromturbogeneratoren werden von der Firma Parsons & Co. seit 1884 gebaut, der erste Generator dieser Art leistete 10 PS bei 18000 Umdr. pro Min. Nach mehrfachen Versuchen hat sich nur der glatte Trommelanker mit geschlossenen Nuten als praktisch erwiesen. Kompensationswicklungen wurden seit 1885 ausgeführt, doch war die Kompensation unvollkommen. Im Jahre 1903 führte die genannte Firma einen zweipoligen 300 KW-Turbogenerator für 500 Volt Gleichstrom bei 3000 Umdr. pro Min. aus, dessen Kompensations-AW = 2,4 × Anker-AW waren und welcher demzufolge auf 800 KW ohne Bürstenverschiebung überlastet werden konnte. Die Verfasser ziehen letztere Bauart derjenigen mit Wendepolen vor, da die Selbstinduktion derselben wegfällt und ein Funkenüberschlagen bei plötzlichen Entlastungen vermieden wird. Zwei, an gemeinsamer Welle arbeitende 1000 KW-Gleichstromturbodynamos dieser Bauart konnten um 25% während zwei Stunden überlastet werden; dieselben sind bei 90 cm Ankerbohrung vierpolig, während kleinere Maschinen durchwegs zweipolig gebaut werden.

b) Wechselstromturbodynamos mit umlaufendem Anker für 75 KW Leistung, 1000 Volt, wurden 1889 von Parsons zum ersten Male in Newcastle aufgestellt, dieselben waren zweipolig, bei 4800 Umdr. pro Min., 80 Perioden. Umlaufende Anker wurden bis zu 1500 KW Leistung hergestellt, zeigten jedoch Schwierigkeiten in der Spulenkopfisolation. Man ersetzte diese Type durch diejenige mit umlaufenden Magnetpolen, wobei die Spulenköpfe durch Stahlschutzringe gegen das Abbiegen gesichert werden. Ein besonderes Augenmerk wird auf leichte Reparaturfähigkeit und hinreichende Ventilation verwendet. Ausgeprägte Pole werden durchwegs bei 2,4 und 6poligen Maschinen gebaut. Große Sorgfalt wird auf genaue Methoden der Ausbalanzierung, sowohl die elastische als die dynamische (1½fache Drehzahl), verwendet.

Die Verfasser beschreiben einen von Parsons und Law patentierten kompoundierten Gleichstromturbogenerator mit verbesserter Spannungsregulierung und erhöhter Leistungsfähigkeit. Zu diesem Zwecke sind sog. Streuspulen in den Kraftlinienweg der Hauptpole eingeschaltet, welche in Reihe mit dem Stator geschaltet sind und den Spannungsabfall durch automatische Änderung des magnetischen Widerstandes auszugleichen trachten.

Protective Devices for High Tension Circuits. (Electr. Enging., 6. Febr. 1908.) (Nach einem Vortrag von S. Peck. I. E. E.) Es werden die gebräuchlichen Blitzschutzapparate einer Kritik unterzogen: a) Hörnerblitzableiter. Dieselben sind billig und leicht anzuordnen, doch kommen Betriebsstörungen durch Öffnen von Schaltern infolge Stehenbleiben des Lichtbogens vor. Man schaltet deshalb Widerstände in Reihe mit dem Ableiter, wodurch die Stromstärke begrenzt, die Entladung jedoch verzögert wird.

b) Walzenblitzableiter mit Hintereinanderschaltung kleiner (1 mm) Funkenstrecken zwischen funkenlöschenden Metallzylindern sind am besten für Spannungen zwischen 2000 und 20000 Volt geeignet, bei großen Einheiten und Spannungen jedoch nicht ausreichend. Hintereinanderschaltung mit Widerständen ist zur Erleichterung der statischen Entladungen nicht geeignet, wohl aber teilweise Parallelschaltung. Gegen nahegelegene Mauern und gegen Erde müssen die Walzenableiter durch Schilde gedeckt werden. Die Gen. El. Co. wendet die sog. Vielfachfunkenstrecken an, um statische Ladungen zwischen zwei Leitungen zu vernichten. Es wird ein Ohmscher Widerstand derart an den Mittelpunkt aller Phasenwiderstände angelegt, so daß die Entladung zum Teil über den Widerstand, zum Teil über den Ableiter verläuft.

c) Wasserstrahlerdung verursachen einen ständigen Arbeitsverlust und sind bei häufigen statischen Entladungen nicht vorteilhaft. Es empfiehlt sich daher, dieselben mit Funkenstrecken zu kombinieren.

d) Parallelbetrieb von Blitzschutzapparaten mit abgestuften Funkenstrecken und verschieden großen Widerständen in Verbindung mit Walzenblitzableitern empfiehlt sich, um Reflexion der Wellen bei statischen Entladungen zu vermeiden. Parallel geschaltete Hörnerblitzableiter in Reihe mit Schmelzsicherungen sind gleichfalls vorteilhaft.

e) Elektrolytableiter beruhen auf der Eigenschaft der Aluminiumzellen, eine Oxydschichte von bestimmter Durchschlagspannung (400 Volt) zu bilden, welche nach erfolgtem Durchschlag sich selbsttätig wieder herstellt. Eine Anzahl solcher in Reihe geschalteter Zellen wird vorteilhaft mit Funkenstrecken kombiniert, um ständige Arbeitsverluste zu vermeiden.

f) Erdungsleitungen, welche mit der Hauptleitung parallel laufen, sind der beste Leitungsschutz.

Bemessung von Zellenschalterleitungen. Von Franz Steindl. (E. u. M., Wien, 16. Febr. 1908, S. 129.)* Querschnittsberechnung nach der Thomsonregel. (Diese besagt, daß beim wirtschaftlichen Querschnitt die Kosten des jährlichen Arbeitsverbrauches der Summe aus den Verzinsungs- und Tilgungskosten gleichkommen.) Vergleich der jährlichen Kosten des Arbeitsverbrauches mit den jährlichen Tilgungs- und Verzinsungskosten bei Einfach- und Doppelzellenschaltern. Entwicklung der Formeln und Durchrechnung von Beispielen, besonders für Doppelzellenschalter. Bei diesen kann die Querschnittsbemessung nach folgenden Gesichtspunkten erfolgen:

a) Jede Einzelleitung hat einen anderen Querschnitt. (In der Praxis ist dieser Fall ausgeschlossen.)

b) Es werden nur wenige verschiedene Querschnitte zugelassen.

c) Alle Leitungen erhalten gleichen Querschnitt.

d) Es werden zwei Querschnitte von vorgeschriebenem Verhältnis zueinander gewählt.

An Hand eines Beispieles wird nachgewiesen, daß der Kostenunterschied (Kupferaufwand bzw. jährlicher Kostenaufwand) zwischen Fall c) und den übrigen Fällen höchstens 6,6 % betrug, mithin gering ist.

The Consumption of Line Poles. (El. World, 22. Febr. 1908, S. 375.) Das Department of Agriculture der Vereinigten Staaten hat durch eine Umfrage an über 6000 Verwaltungen den Verbrauch an Leitungsmasten für das Jahr 1906 zusammengestellt. Es waren insgesamt 3574666 Masten aufgestellt worden mit einem Gesamtwert von M. 37884684. Für runde Masten wurde hauptsächlich Zedern- und Walnußholz, für geschnittene Pinien- und Rotbuchenholz verwendet. Die meisten Masten bestehen aus Zedernholz (2174279 Stück) und Walnußholz (988084 Stück). Zedernholz ist am widerstandsfähigsten, darnach kommen Walnuß- und Zypressenholz, Rotbuchenholz ist gleichfalls sehr widerstandsfähig, muß aber geschnitten werden, was die Kosten bedeutend vergrößert.

Single-Phase Traction. The New-Haven System of Single-Phase Distribution with Special Reference to Sectionalization. W. S. Murray: Vortrag in der A. I. E. E., New York. (The Electrical Magazine, 15. Febr. 1908.) Bevor man sich bei der Elektrisierung der New Haven Bahn zu dem ausgeführten Wechselstrom-Verteilungs- und Streckeneinteilungssystem entschloß, wurden u. a. folgende Möglichkeiten erwogen:

1. Erzeugung von Drehstrom von 11000 Volt im Kraftwerk. Fernübertragung längs der Strecke mit dieser Spannung, Streckentransformatoren verwandeln auf 3300 Volt Fahrdrahtspannung; Einteilung der Strecke in drei gleichlange Teile, deren jeder nur mit einer Phase gespeist wird.

2. Wie 1) jedoch mit 6600 Volt Fahrdrahtspannung.

3. Erzeugung von Drehstrom von 11000 Volt im Kraftwerk, Übertragung längs der Strecke mit dieser Spannung. Einteilung der Strecke in zwei gleichlange Teile, deren jeder ohne Zwischenschaltung von Transformatoren an eine Phase, die Schiene an die dritte Phase des Drehstroms angeschlossen werden.

4. Erzeugung von Drehstrom von 11000 Volt im Kraftwerk, Fernübertragung längs der Strecke. Nur eine Phase ist an die Oberleitung angeschlossen; für mehrphasige Motorgeneratoren oder Motoren in den Eisenbahnwerkstätten stehen die drei Phasen überall zur Verfügung.

Jedes der Systeme hat Vorzüge, aber das zuletzt erwähnte erschien am vorteilhaftesten und wurde daher zugrunde gelegt. Eingehende schematische Darstellung der Entwürfe 1) bis 3) sowie der wirklich ausgeführten Leitungsanlage (vgl. auch E. K. u. B. 1908, Heft 5). 14 Teilstrecken von 1,7 bis 3,5 km, im Mittel 2,7 km Länge.

Ausführliche Erörterung der Vor- und Nachteile langer oder kurzer Teilstrecken mit besonderer Rücksicht auf Betriebsführung, Übersichtlichkeit, Anlagekosten.

Zum Schluß werden u. a. folgende Erfahrungen mitgeteilt, die sich nach sechsmonatigem Betrieb ergeben haben:

1. Bei Wechselstromhahnen sollten Speiseleitungen längs der ganzen Strecke verlegt werden.

2. Länge der einzelnen Speisestrecken sollte i. a. nicht unter 2,4 km betragen.

3. 6,71 m sind ein hinreichender Abstand von Fahrdraht bis Schiene.

4. Die Rauchentwicklung von Dampflokomotiven übt einen nicht zu unterschätzenden ungünstigen Einfluß auf die Isolation von Hochspannungsleitungen gegen Erde aus.

5. Alle in den Speiseleitungen liegenden selbsttätigen Schalter sollten mit Zeitrelais ausgerüstet werden, so daß die im Fahrdraht liegenden Schalter zuerst auslösen und der Kurzschluß auf eine Teilstrecke beschränkt bleibt.

Rohrbruchventile. Von H. W. Koehler. (Z. d. V. D. I., 14. März 1908, S. 414.)* Versuchseinrichtung zum Probieren von Rohrbruchventilen: vor und hinter dem Ventil wird der Dampfdruck durch Indikatoren gemessen, welche vom Schließorgan des Rohrbruchventiles angetrieben werden; der Dampf strömt durch eine Leitung von veränderlichem Querschnitt nach Aufreißen eines Hahnes durch einen Schalldämpfer ins Freie; vor Öffnen des Hahnes ca. 20 m Dampfgeschwindigkeit eingestellt; nach Öffnen des Hahnes Druckabfall und Schließzeit gemessen. Folgende Punkte untersucht: Einfluß der Veränderung der Gegenkraft auf die Empfindlichkeit des Ventils bei ruhendem und strömendem Dampf; Betriebsspannung von verschiedener Höhe; Möglichkeit und Sicherheit des Selbstschlusses bei Brüchen von verschiedener Größe. Einfluß der Drosselwiderstände; Verhalten bei unbefugtem Schnellöffnen des Kesselventiles; Einfluß von Wasseransammlungen im Gehäuse. — Ventil von Münstermann mit geradem Durchgang: sicher zwischen 8 und 3 Atm. bis zu Bruchquerschnitten bei 0,6 des Rohrquerschnittes. — Ventil von A. Werneburg & Co., Halle a. S.; leichte Ventilscheibe verdeckt eine Dampfkammer, welche durch kleine Löcher mit Dampf von Kesselspannung gefüllt wird; bei Bruch expandiert dieser schnell und drückt die Scheibe auf die Dichtungsfläche; nur für lotrechten Einbau. — Verbesserung durch Huber und Mayer in Wien mit Prüfungsgestänge; Benutzung der Saugwirkung des ausströmenden Dampfes. — Konstruktion von Dreyer, Rosenkranz und Droop mit Veränderung der Empfindlichkeit durch belasteten Hebel; Stellung des Tellers von außen zu erkennen; sichere Wirkung bis 0,4 des Rohrquerschnittes und bis 4 Atm. herab. — Ventil von Hempel & Co. in München-Gladbach mit Einstellung der Empfindlichkeit durch Feder; Saugwirkung. — Kombiniertes Rohrbruch- und Absperrventil des Losenhansenwerkes; Dampfüberdruck und Saugwirkung auf die mit der Spindel verbundene Schlußplatte. — Verbesserung von Dicker & Werneburg, Halle a. S. — Ventil von Schäffer & Budenberg und Kugelventil derselben Firma; nur für bestimmte Lagen. — Daelenventil von Klein, Schanzlin & Becker; fehlerhafte Bauart. — Ventil von Hübner & Mayer mit Steigerung der Empfindlichkeit bei abgestellter Dampfentnahme; gute aber umständliche Konstruktion. — Rohrbruchkolbenschieber von Wwe. Schumacher in Köln mit schrägem Durchgang, durch Dampfstoß auf die abgeschrägte Fläche wirkend; unbequem einzubauen, leichtes Festbrennen. — Ventil von F. Seiffert & Co., Berlin; Schlußplatte durch gekühlte Feder niedergehalten, durch Stoß und Saugwirkung gehoben. — Ventil des Alexanderwerkes; mit Expansionswirkung des Dampfraumes; mit Rückschlagklappe versehen.

Herausgegeben von Professor Dr.-Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.

Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRUGER-Mailand; L. C. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. ROSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **4. September 1908.** **Heft 25.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,80 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 35 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Neuere Verladebrücken mit elektrischem Antrieb. Von Dipl.-Ing. F. Janssen, Berlin. S. 497.

Zur Theorie der Kabel. Von Leon Lichtenstein. (Fortsetzung.) S. 508.

Kleine Nachrichten. S. 511. Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft: Verwendung elektrischer Triebkraft und Druckluft beim Bau des New Yorker Tunnels. — Signalwesen: Pars automatisch-elektrische Weichenstellvorrichtung. — Aus dem Rechtsleben: Maßpflicht.

Neue Bücher. S. 513. — **Zeitschriftenschau.** S. 514.

Neuere Verladebrücken mit elektrischem Antrieb.

Von Dipl.-Ing. **F. Janssen**, Berlin.

Die maschinellen Transporteinrichtungen haben ganz allgemein mehr und mehr an Bedeutung gewonnen, nachdem deren Einfluß auf die kommerziellen Ergebnisse eines industriellen Unternehmens an modern ausgebauten Anlagen unmittelbar nachgewiesen wurde. Je geringer der Wert der zu bewegenden Massengüter ist, je umfangreicher die ineinandergreifenden Transportmittel zur Bewältigung örtlicher Schwierigkeiten usw. gewählt werden müssen, um so gewissenhafter und eingehender wollen diese Hilfseinrichtungen studiert sein. Überblickt man die in dem letzten Jahrzehnt geschaffenen Anlagen, beispielsweise in den Hüttenwerken, Bergwerken, in unseren großen See- und Binnenhäfen, so bietet sich eine Fülle von Beispielen, welche die Fortschritte der Transporttechnik unmittelbar erkennen lassen.

Erzvorkommen, die jahrelang brach gelegen, sind durch den Einbau neuzeitiger Einrichtungen wieder abbauwürdig geworden, — die Riesenproduktion unserer neuen Hochofenwerke, auf geringem Raum zusammengedrängt, wird erst verständlich, wenn man die zur Arbeitsleistung herangezogenen Transportmittel würdigt, welche in rastloser Tätigkeit das Material heranschaffen und wieder abführen. Verladebrücken mit hin- und hergehenden Laufkatzen überspannen die Stapelplätze und verteilen in kurzer Zeit ganze Schiffslasten. Streng zweckmäßige Formgebung, gepaart mit vollkommener Durchbildung der für den Betriebszweck gewählten Konstruktionen, unterstützt durch die moderne hoch entwickelte Ausnutzung bester Materialien, das ist das Wesen und die Basis des Hebezeugbaues, welchem die Transportmitteltechnik des Verladebetriebes eine unersetzliche Fülle von Aufgaben zugewiesen hat und noch täglich zuweist. Jedes Glied in dem ununterbrochenen Materialtransport muß neben bester technischer Ausführung und wirtschaftlicher Vollkommenheit die Gewähr bieten, dauernd zuverlässig zu arbeiten, weil ein Versagen den Arbeitsgang empfindlich zu stören vermag. Daneben ist die für den Betriebsleiter wichtigste Forderung zu erfüllen, daß bei vorkommenden Defekten Selbsthilfe rasch und mit einfachen Mitteln ermöglicht wird; denn der Wert der umfangreichen Transporteinrichtung verliert ganz wesentlich, wenn ein alltäglicher Zufall eines der wichtigeren Elemente versagen läßt, dessen Reparatur an Ort und Stelle nicht möglich ist und daher Produktionseinschränkungen oder teuren Reservebetrieb — Handarbeit — verlangt.

Die Entwicklung der mechanischen Verladeeinrichtungen zur Bewegung der Rohmaterialien hat — unter dem Einfluß der elektrischen Kraftübertragung — zu Einrichtungen geführt, die eine hohe Stufe der Vollkommenheit aufweisen. Hier ist es vor allem die Anpassungsfähigkeit des Elektromotors in Verbindung mit der bequemen Energiezuführ gewesen, die völlig umgestaltend die Transportmittel beeinflußt hat zugunsten großer Leistungsfähigkeit und wirtschaftlicher Ausnutzung der Verladeplätze.

Bei Materialbeschaffung durch die Eisenbahn sowohl wie durch die Schiffahrt, handelt es sich darum, möglichst schnell die Transportmittel — Schiffe und Eisenbahnwaggons — zu entleeren, kurze Umschlagszeiten zu erreichen, so daß diese Transportmittel auch die Verladestellen möglichst kurzzeitig in Anspruch nehmen. Ein wiederholtes Umladen schadet vielfach den Materialien und erfordert vielgliedrige Hebe- und Verladeeinrichtungen, teuer in der Beschaffung und in der Unterhaltung.

Die Vorteile, welche der elektrische Einzelantrieb für Verlade- und Transporteinrichtungen bietet, sind bekannt; die günstige Entwicklung des modernen Hebezeugbaues auf diesem Gebiet ist unbestritten auf die allgemeine Verwendung des Elektromotors zurückzuführen: der steuerfähige Einzelantrieb, dem sowohl bei stationärem Betrieb, als auch bei fahrbar aufgestellten Motoren in einfachster Weise Strom zugeführt werden kann und der eine Steuerung von einem zentralen Führerstand aus zuläßt, hat den Verladeeinrichtungen jene Beweglichkeit und jene Ausnutzung verschafft, die einen Schnellbetrieb und somit eine große Leistungsfähigkeit ermöglichen bei guter Betriebssicherheit und Betriebsökonomie.

Die charakteristischen Elemente, die sich bei allen Anlagen wiederholen — mögen sie noch so vielgliedrig und ausgedehnt erscheinen — sind das Hubwerk und das Fahrwerk mit den unmittelbar eingebauten Motoren einschließlich deren Steuerapparate. Wenn schon hierfür neuerdings eine Normalisierung gewisser Einzelheiten mehr und mehr in die Erscheinung tritt, so ist es dennoch ausgeschlossen, eine erschöpfende Übersicht über die mannigfachen Konstruktionen, wie sie von Fall zu Fall für die besonderen örtlichen Verhältnisse und die speziellen Arbeitsbedingungen durchgebildet werden, an dieser Stelle zu geben. Es sei daher gestattet, an Hand einiger mit Bergmann-Motoren und Steuerapparaten ausgerüsteten Verladeeinrichtungen die für den bestimmten Fall charakteristischen Konstruktionen näher zu besprechen, die natürlich für ähnliche Fälle allgemein gültig sind. — Eine bemerkenswerte Verladeanlage zum Löschen, Umschlagen und Stapeln von Kohlen ist im Baujahre 1906/1907 von der Firma Friedr. Krupp, A.-G., Grusonwerk, Magdeburg-Buckau im Freihafen Hamburg (Anthrazitwerke Gustav Schulze, G. m. b. H., Hamburg) geschaffen worden. Es sind vorläufig zwei Verladebrücken aufgestellt, von denen die eine nach Fig. 533 mit einer Laufwinde ausgerüstet ist, welche neben dem Greiferhubwerk und dem Fahrwerk den Führerkorb trägt, so daß der Kranführer den Selbstgreifer (1800 kg Eigengewicht) jederzeit gut steuern kann. Der Ausleger an der Wasserseite ist aufklappbar eingerichtet; die Brücke selbst ist mit einer automatischen, fahrbaren Wage ausgerüstet. Für die Bedienung ist außer dem Kranführer nur noch ein Lukenmann auf dem Dampfer selbst nötig, der dem Führer zeigt, wo er greifen soll. Mit dieser Brücke wird eine Leistung von 75 t erreicht, wenn vom Dampfer in Flußschiffe umgeschlagen wird; die Leistung beim Laden vom und zum Platz richtet sich nach dem zurückzulegenden Fahrweg der Winde.

Die zweite Brücke (Fig. 534) ist mit einem fahrbaren Drehkran von 4 t Tragfähigkeit ausgerüstet und arbeitet ebenfalls mit einem Selbstgreifer von 1800 kg Eigengewicht. Es wird Kohle aus Seedampfern entweder auf den Stapelplatz oder in die Flußschiffe geladen, oder auch vom Stapelplatz in Flußschiffe usw. Am landseitigen Ende der Brücke befindet sich ein Schüttrumpf, der Kohlen vom Kran übernimmt, die mittels Feldbahnwagen weiterbefördert werden sollen. Der Schüttrumpf ist an seinem Auslauf mit einem leicht bedienbaren Abschluß versehen, durch den das Füllen der Wagen geregelt wird. Über Leistung und Bedienung der Brücke gilt das Obengesagte.

Fig. 533. Kohlenverladebrücke im Freihafen Hamburg der Anthrazitwerke G. Schulze, G. m. b. H., Hamburg.

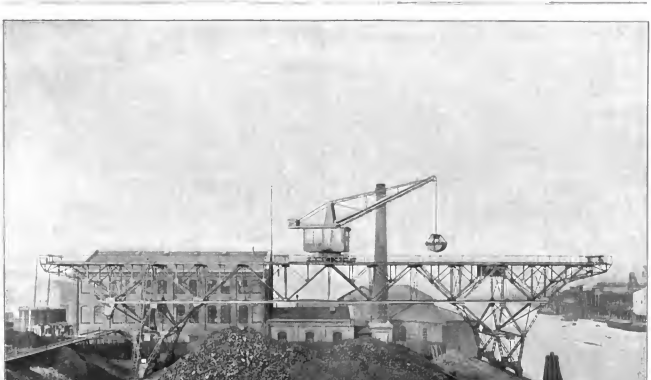


Fig. 534. Kohlenverladebrücke mit fahrbarem Drehkran der Anthrazitwerke G. Schulze, G. m. b. H., Hamburg.

Sämtliche Hubwerke und Fahrwerke erhielten umkehrbaren Einzelantrieb mit Gleichstrommotoren für 220 Volt Betriebsspannung; die Motoren sind staub- und spritzwasserdicht gekapselt, so daß ein dauernd guter Schutz gegen Verstauben und Nässe erreicht wird. Diese Ausführungsform (Fig. 535) ist besonders wichtig für alle diejenigen Motoren, welche den Witterungseinflüssen unmittelbar ausgesetzt sind, wie beispielsweise an den Brückenfahrwerken. Aber eine gute Kapselung empfiehlt sich auch bei den durch Schutzhäuser abgedeckten Motoren; zunächst ist der Zusammenbau mit dem Triebwerk meist sehr gedrängt, so daß häufiger das Motorinnere durch Öl und Fett angespritzt wird; Katzenhub- und Fahrwerke sind meist nach unten offen, so daß Schlagregen leicht eindringen kann. Bei Drehkränen mit festen, geschlossenen Führerhäusern sind ja meist die Dreh- und Hubwerke gut geschützt eingebaut; da aber der Kranführer unmittelbar neben den Motoren steuert und arbeitet, so verhütet die gekapselte Bauart, daß der Führer mit unter Spannung stehenden Teilen des Motorinneren in Berührung kommt. Die zweiteilige Bauart der Motoren erleichtert vorkommende Reparaturarbeiten am Anker usw. ungemein; man muß dabei berücksichtigen, daß die Motoren möglichst nicht ausgebaut werden sollen, weil das Ausrichten usw. sehr zeitraubend ist. Da ist es wichtig, daß nach Abheben des Motoroberteiles dessen Feldspulen sowie der Anker freiliegen. Das Stahlgußgehäuse umschließt alle empfindlichen Teile, so daß auch ein guter mechanischer Schutz erreicht wird. Das Bestreben, den Motor nach dieser Richtung hin vor allen Zufälligkeiten zu bewahren, geht so weit, daß beispielsweise die Kabelverbindung, welche bei älteren Kapselmotoren zwischen Ober- und Unterteil außen durchgeführt ist, bei den neueren Konstruktionen nach innen verlegt wurde; es ist selbstverständlich, daß auch die nach außen tretenden Anschlüsse, auf einem Klemmbrett zusammengelegt, durch einen dauerhaften Schutzkasten abgeschlossen werden.

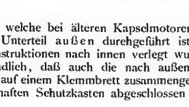


Fig. 535. Bergmann-Kapselmotor mit angebauter Schleuderklingel.

Die Greiferhubwerke an beiden Brücken sind mit langsamlaufenden 40 PS-Motoren ausgerüstet, für welche eine hohe Überlastungsfähigkeit vorgesehen ist, entsprechend den scharfen Arbeitsbedingungen dieser Verladeanlage. Die Steuerung durch sog. Senkbrems-Steuerschalter ist deswegen bemerkenswert, weil bei diesem System bekanntlich ein Absenken des Greifers und ein Abbremsen der in Bewegung befindlichen Massen (kurz vor dem Abstoppen) auf rein elektrischem Wege durch Bremsen des Motorankers (Kurzschlußbremsung) erfolgt. Die Schwierigkeiten, welche der Konstrukteur bei der

Durchbildung einer mechanischen Bremseinrichtung am Hubwerk zu überwinden hatte, werden also hier dem Motor und seiner Steuerung zugewiesen. Der Antrieb wird demgemäß nicht nur während der Hubperiode den im Greiferbetrieb üblichen Überlastungen ausgesetzt, sondern er unterliegt auch während der Senkperiode, entsprechend den hohen Senkgeschwindigkeiten und den dadurch bedingten großen Bremsstößen, Überanstrengungen. Bei Überschreitung gewisser Arbeitsgeschwindigkeiten unterliegen die bisher üblichen mechanischen Bremskonstruktionen großen Abnutzungen, die für den ununterbrochenen Betrieb sehr unbequem werden können. Die Bremsarbeit wird bei der elektrischen Bremsung im Motor umgesetzt und in den Widerständen vernichtet; es ist natürlich einfacher, auf diesem Wege die entstehende Stromwärme abzuführen, als beispielsweise bei mechanischen Bremsen die Reibungswärme an den Bremsmitteln unschädlich zu machen. Die vorliegenden Betriebsausweise lassen erkennen, daß mit diesem Steuersystem jede Senkgeschwindigkeit eingestellt werden kann, mit allmählicher Abstufung; auch das Einleiten der Senkbewegung und das langsame Manövrieren durch enge Schiffsluken usw. erfolgt stoßfrei und mit jeder gewünschten Genauigkeit. Die Hubsteuerschalter nach Fig. 536 besitzen 8 Regulierstellungen und 2 Nachlaufbremsstellungen für Aufwärtsfahrt, ferner 8 Senkbrems- und 2 Frischstromstellungen für Abwärtsfahrt; die Bedienung geschieht durch seitlichen Handhebel.

Fig. 536. Hub-Steuerschalter.

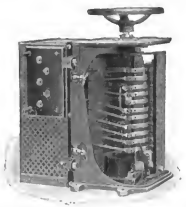
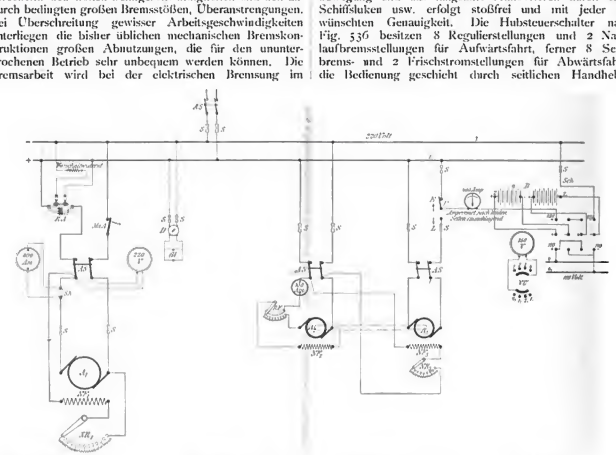


Fig. 538. Bergmann-Steuerschalter mit angebautem Widerstand.



A = Anker.
NF_1 = Nebenschlußfeld,
NR_1 = Nebenschlußregulator,
Ma = Maximalausschalter,
Mi = Minimalausschalter,
Nh = Shunt.
Gl = Glühlampen a. d. Schaltafel montiert.

Hauptmaschine.

D = Deckenschalter, zweipolig.
A = Anker,
NF_2 = Nebenschlußfeld,
NR_2 = Nebenschlußregulator hinter d. Schalttafel,
W = Anlasser montiert hinter der Schalttafel.

Motor.

A_3 = Anker.
NF_3 = Nebenschlußfeld,
NR = Nebenschlußregulator,
U = Umschalthebel,
UV = Spannungsumschalter,
B = Batterie,
SA = Schalter, einpolig.

Zusatzmaschine.

Sm = Stromzeiger.
V = Spannungszeiger.
DS = Ausschalter, doppelpolig.
S = Sicherungen.
RA = Rückstrom-Ausschalter.
E = Entladung.
L = Ladung.

Fig. 537. Schaltungsschema des Kraftwerkes der Anthrazitwerke G. Schulze, G. m. b. H., Hamburg.

dessen Steuerwelle mit der mechanischen Stoppbremse gekuppelt wird. Wenn früher schlechte Erfahrungen mit den Senkbremsschaltern bei den ersten Konstruktionen gemacht wurden, so läßt sich heute in zahlreichen Anlagen nachweisen, daß die übertriebenen Befürchtungen, welche auf einzelnen Mißerfolgen sich gründeten, unberechtigt sind. Die üblichen Verallgemeinerungen und Übertreibungen enthalten nichts davon, daß Hunderte von Hubwerken mit Senkbremsschaltern, teilweise unter den schwierigsten Betriebsverhältnissen, ohne Anstände arbeiten; wenn erst einmal die heute als besser empfohlenen Bremsmethoden ebenso verbreitet sind wie die Senkbremsschalter, dann erst kann man beurteilen, ob die Neuerungen für den Hebezeugbau auch wirklich einen Fortschritt bedeuten.

Das Auslegerhubwerk an der ersten Brücke wird durch einen 18 PS-Motor angetrieben und ebenfalls durch Senkbremsschalter gesteuert; Katzen und Brückenfahrwerk sind mit Motoren derselben Type (18 PS) ausgerüstet und werden, wie üblich, durch normale Umkehrfahrschalter (für Anlaß- und Fahrbremsschaltung) gesteuert. Die zugehörigen Widerstände sind angebaut zugunsten eines geringen Raumbedarfs (Fig. 538).

Die zweite Brücke mit Drehkran hat einen 5 PS-Motor für das Drehwerk und je einen 18 PS-Motor für das Kranfahren und Brückenfahren erhalten.

Für die Versorgung dieser Verladeanlage mit elektrischer Energie ist ein neues Kraftwerk auf demselben Grundstück beschafft worden mit einer Dampfdynamo von 250 PS normaler Leistung und parallel geschalteter Pufferbatterie. Da für die Übertragung der elektrischen Energie nur geringe Entfernungen in Frage kommen, so ist für das Netz eine Betriebsspannung von 220 Volt gewählt worden. Die Verteilung geschieht durch in Kanälen verlegte Bleikabel; für den Anschluß der Verladebrücken sind in entsprechenden Zwischenräumen Erdanschlußkästen mit Steckkontakten und biegsamen Kabeln vorgesehen. Von demselben Kraftwerk werden noch einige kleine Drehkräne, Aufzüge sowie konstant belastete Einzelantriebe mit Strom versorgt; auch das Lichtnetz ist angeschlossen, wie aus dem Gesamtschema (Fig. 537) hervorgeht.

Die stehende Verbund-Dampfmaschine (Fig. 539), ein Fabrikat der Firma Främbs & Freudenberg, Schweidnitz, weist folgende Leistungsverhältnisse und Hauptabmessungen auf:

Zylinder-Durchmesser	530 × 825 mm
Hub	500 mm
Drehzahl/Min.	160
Schwungraddurchmesser	2,6 m
Ungleichförmigkeitsgrad . . .	1 : 150
Dampfspannung	8—10 atm.
Dampfüberhitzung	250° C.
normale Dauerleistung	ca. 250 eff. PS
maximale »	» 370 » »
garantierter Dampfverbrauch pro PS ind. und Stunde bei normaler Leistung	7,1 kg.

Der Hochdruckzylinder hat eine vollständig entlastete Präzisions-Kolbenschiebersteuerung erhalten, die durch einen Federregulator beeinflußt wird. Der durch seinen Arbeitsdampf geheizte Niederdruck-Zylinder erhielt Trickschiebersteuerung. Der Zusammenbau der Maschine mit der Dynamo ist aus der Fig. 539 zu ersehen. Die doppelt gekröpfte, stählerne Kurbelwelle ist dreimal in den angegossenen, mit Weißmetall armierten Kurbellagern und einmal außerhalb, jenseits des Schwungrades, gelagert. Die Dynamowelle ist mit der Kurbelwelle durch angeschmiedeten Kuppelflansch verbunden.

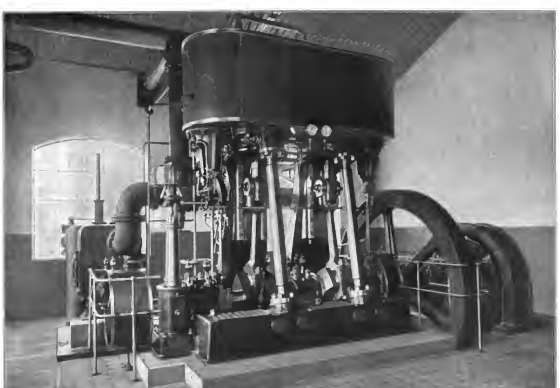


Fig. 539. 170 KW-Bergmann-Gleichstromdynamo, direkt angetrieben von einer stehenden Verbund-Dampfmaschine von Främbs & Freudenberg in Schweidnitz.

Fig. 540. Rübenverladebrücke.

Die unmittelbar angebaute Einspritzkondensation enthält eine horizontal liegende Naßluftpumpe, welche durch einen Kurbeltrieb von der Hauptwelle aus angetrieben ist. Aus den oben mitgeteilten Leistungsdaten und den aus der Abbildung ersichtlichen Einzelheiten geht hervor, daß man bei der Wahl des Dampfmaschinenmodells eine hohe Überlastung berücksichtigt hat. Dieselben Gesichtspunkte waren für die Durchbildung der Dynamomaschine maßgebend, welche bei 240 Volt Spannung eine normale Dauerleistung von ca. 170 KW entwickelt. Es ist damit gerechnet worden, daß beim Versagen der Batterie evtl. die eine Maschine den ganzen Betrieb übernehmen soll und umgekehrt muß die Batterie unter Umständen den notwendigsten Verladebetrieb aufrechterhalten, wenn Maschinendefekte auftreten sollten. Die Pufferbatterie ist in einem geräumigen Keller des Maschinenhauses untergebracht und besteht aus 108 Zellen (Fabrikat der Firma Boese & Co., Berlin) mit einer garantierten Kapazität von 385 Amp.St. bei einstündiger Entladung. Für das Aufladen der Batterie steht ein Umformer mit einer regelbaren Spannung von 20—80 Volt bei 192 Amp. Ladestromstärke zur Verfügung. Das Kraftwerk wird vervollständigt durch eine Schaltanlage, welche in übersichtlicher Anordnung alle die für den Betrieb notwendigen Schalt- und Meßinstrumente enthält. Durch die Verwendung einer präzis regulierenden Dampfdynamo in Verbindung mit der Pufferbatterie ist eine gute Betriebsökonomie gewährleistet; selbstverständlich wird sich die Wirtschaftlichkeit der Anlage noch wesentlich verbessern, wenn erst die Gesamtanlage ausgebaut ist. Die Verladeanlage selbst ist wiederholt außerordentlich hohen Überanstrengungen ausgesetzt worden, ohne daß der Betrieb nach irgendeiner Richtung hin Anstände gezeigt hätte.

Eine Verladebrücke, gebaut von der Firma Adolf Bleichert & Co., Leipzig-Gohlis, zeigt Fig. 540.

Die zum Entladen von Rüben dienende Verladevorrichtung besteht aus einer verfahrbaren Brücke von etwa 28 m Länge, die landseitig auf einer schmalen Stütze ruht, welche wie eine Pendelstütze wirkt, während sie nach der Uferseite zu auf einer stärkeren starren Stütze, einer offenen Portalstütze, gelagert ist.

Nach der Wasserseite ist das Krangerüst mit einem aufklappbaren Ausleger von 6 m versehen, damit eine Behinderung der Schiffahrt vermieden wird. Auf der Katzlaufbahn, die aus 2 parallel geführten I-Trägern besteht, ist eine Zweimotoren-Laufkatze verfahrbar, die eine Tragkraft von 1250 kg besitzt und an der die Transportkübel befestigt werden. Diese Katze, die von einem festen Punkt aus gesteuert wird, kann den Kübel in jeder Höhenlage verfahren, ebenso kann auch die Hub- und Fahrbewegung gleichzeitig ausgeführt werden. Der Führerstand ist auf der wasserseitigen Stütze angebracht. Die maschinelle Ausrüstung besteht aus einem Hubmotor von 6 PS, womit der an der Laufkatze hängenden maximalen Brutto-

last von 1250 kg eine Hubgeschwindigkeit von 12 m pro Minute im Beharrungszustande erteilt wird. Der Katzfahrmotor hat eine Stärke von 2,4 PS, wodurch eine Fahrgeschwindigkeit der Laufkatze von 80 m pro Minute

setzt. Die Stromzuführung zu den Magneten erfolgt, ebenso wie die Stromzuführung zu den Katzenmotoren, mittels Schleifleitung, so daß die Kübel in jeder beliebigen Stellung und in jeder Höhenlage gekippt werden können.

Fig. 541. Lagerplatzkran zum Verladen von Walzeisen.

erzielt wird. Die Kranfahrgeschwindigkeit beträgt 15 m pro Minute, entspreehend einer Motorleistung von 8 PS. Zum Heben des Auslegers ist ebenfalls elektromotorischer Antrieb vorgesehen. Die Auslegerwinde wird durch einen Motor von 3,6 PS angetrieben, welcher mittels Fahr-

Der entleerte Kübel richtet sich wieder auf und verriegelt sich automatisch wieder.

Die Beschüttung des Rübenlagerplatzes soll in der Weise vor sich gehen, daß erst eine niedrige Schicht Rüben über den ganzen Lagerplatz gleichzeitig verteilt

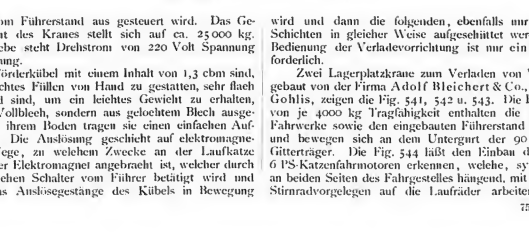


Fig. 542. Lagerplatzkran zum Verladen von Walzeisen.

schalter vom Führerstand aus gesteuert wird. Das Gesamtgewicht des Kranes stellt sich auf ca. 25000 kg. Zum Betriebe steht Drehstrom von 220 Volt Spannung zur Verfügung.

Die Förderkübel mit einem Inhalt von 1,3 cbm sind, um ein leichtes Füllen von Hand zu gestatten, sehr flach gebaut und sind, um ein leichtes Gewicht zu erhalten, nicht aus Vollblech, sondern aus gelochtem Blech ausgeführt. An ihrem Boden tragen sie einen einfachen Aufsatzbügel. Die Auslösung geschieht auf elektromagnetischem Wege, zu welchem Zwecke an der Laufkatze ein kräftiger Elektromagnet angebracht ist, welcher durch einen einfachen Schalter vom Führer betätigt wird und welcher das Auslösegestänge des Kübels in Bewegung

wird und dann die folgenden, ebenfalls nur niedrigen Schichten in gleicher Weise aufgeschüttet werden. Zur Bedienung der Verladevorrichtung ist nur ein Mann erforderlich.

Zwei Lagerplatzkrane zum Verladen von Walzeisen, gebaut von der Firma Adolf Bleichert & Co., Leipzig-Gohlis, zeigen die Fig. 541, 542 u. 543. Die Laufkatzen von je 4000 kg Tragfähigkeit enthalten die Hub- und Fahrwerke sowie den eingebauten Führerstand (Fig. 544) und bewegen sich an dem Untergurt der 90 m langen Gitterträger. Die Fig. 544 läßt den Einbau der beiden 6 PS-Katzenfahrmotoren erkennen, welche, symmetrisch an beiden Seiten des Fahrgestelles hängend, mit doppelten Stirnradvorgelegen auf die Laufräder arbeiten (120 m

Katzenfahrgeschwindigkeit). Um eine stets gleichbleibende Belastung der Laufräder selbst bei bedeutenden Schwankungen der zu transportierenden langen Gegenstände zu sichern, ist die Bühne an dem Windwerk pendelnd aufgehängt.

Fig. 543. Lagerplatzkran zum Verladen von Walzeisen.

Die 35 PS-Hubmotoren arbeiten mit zwei Stirnradvorgelegen auf die beiden Hubtrommeln; auf der verlängerten Motorwelle (1000 Umdr.) ist die Bremsscheibe aufgekeilt, deren Bremsgewicht elektromagnetisch betätigt wird (Hubgeschwindigkeit 20 m). Das Brückenfahrwerk enthält zwei 48 PS-Antriebsmotoren (entsprechend einer Fahrgeschwindigkeit von 60 m). Die sämtlichen Motoren werden von dem Führerkorb an der Laufkatze aus gesteuert. Die Fig. 545 zeigt den Steuerapparat mit doppelten Schaltwalzen, je eine für jeden Motor, in einem Gehäuse untergebracht und durch ein Handrad zu betätigen. Das Charakteristische an der Durchbildung der Bergmann-Fahrschalter ist, daß nur unverbrennbare Materialien — Eisen, Glimmer, Asbest, Bronze — zur Verwendung gelangen. Insbesondere sind die Kontaktsegmente nicht wie bei den älteren Schaltwalzen auf Holz aufgeschraubt, sondern jedes Segment erhält einen eigenen gußeisernen

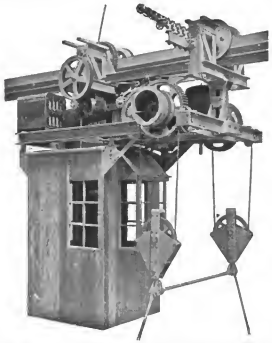


Fig. 544. Laufkatze mit Führerstand für die Lagerplatzkräne.

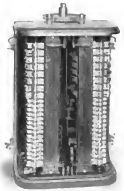


Fig. 545. Steuerapparat mit doppelten Schaltwalzen für ein Brücken-Fahrwerk.

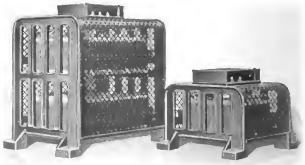


Fig. 546. Widerstände zu Bergmann-Steuerschaltern.

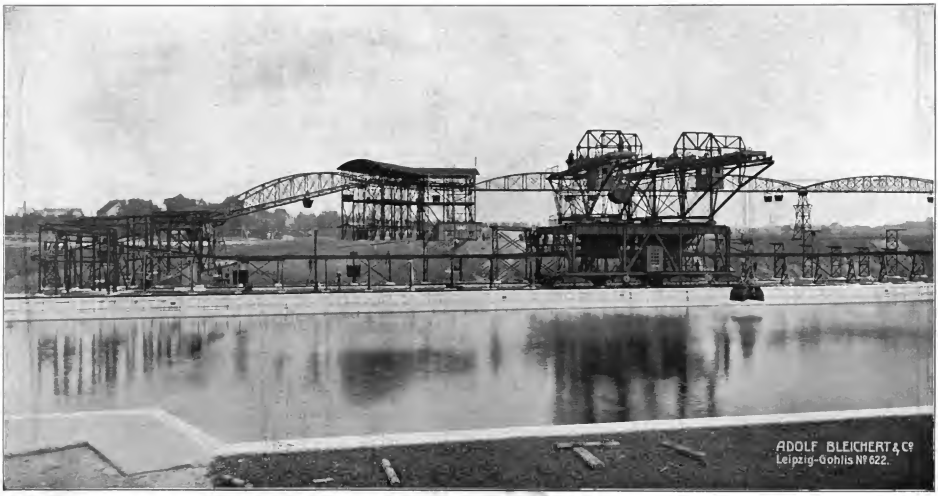


Fig. 547. Gesamtansicht der Kohlenverladeanlage in der Gasanstalt Mariendorf b. Berlin der Continental Gas Association.

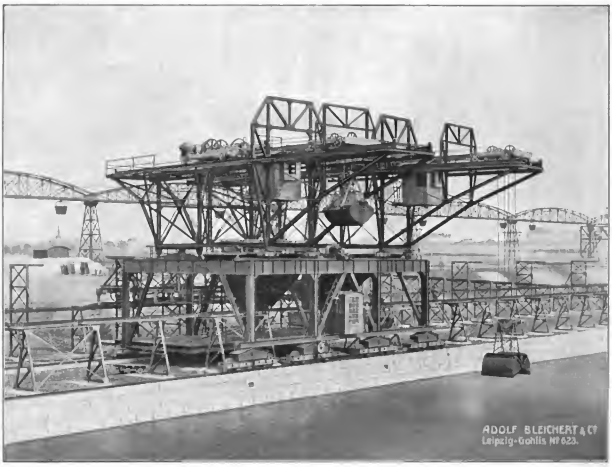


Fig. 548. Kohlenverladekräne in der Gasanstalt Mariendorf b. Berlin.

Segmentbock mit Glimmerzwischenlage; dieser sorgfältigen Durchbildung ist es auch zum größten Teil zuzuschreiben, daß diese Art Steuerapparate eine dauernd hohe Sicherheit bieten, selbst in denjenigen Betrieben, wo eine sachgemäße Bedienung und Wartung nicht erreicht werden kann. Selbst bei hohen Leistungen bis zu 150 PS und für schwierige Schaltungen (Senkbremsschaltung) reichen diese normalen Konstruktionen mit Metallkontakten vollkommen aus, so daß kein Bedürfnis vorliegt, auf die teuren Kohlensteuerschalter oder Schützensteuerungen zurückzugreifen. Selbstverständlich sind auch die Widerstände, Fig. 546, ganz aus feuerfestem Material aufgebaut. Der Antrieb der Motoren erfolgt mit Drehstrom von 42 Perioden und 300 Volt Spannung. Die von den Brücken bestrichene Lagerplatzfläche beträgt ca. 40000 qm; die Länge jeder Katzenfahrbahn beträgt ca. 90 m; die Portalstützen besitzen eine Breite von ca. 25 m, weil die Bedingung gestellt war, daß das bis zu 20 m lange Walzeisen durch das Portal geschafft werden muß bis zu den in der Mitte des Platzes befindlichen Verladegleisen.

Eine umfangreiche Kohlenförderanlage ist von der Firma Adolf Bleichert & Co. im Auftrage der Imperial Continental Gas Association in deren Gasanstalt Mariendorf errichtet worden. Die Anordnung der Gesamtanlage, die s. Z. durch Herrn Oberingenieur Dieterich, Leipzig veröffentlicht wurde, geht aus den Fig. 547, 548 und 549 hervor. Die mit den Schiffen ankommende Gaskohle wird durch zwei Spezial-Greiferkrane in Füllrümpfe entladen und durch eine Hängebahn mit festen und beweglichen Brücken auf den Platz gestapelt bzw. bis vor die Retortenhäuser gefördert.

Fig. 549. Kohlenverladebrücken und Hängebahn in der Gasanstalt Mariendorf b. Berlin.

Die beiden Hafenkräne, drehbar auf dem gemeinsamen fahrbaren Portal angeordnet, mit Selbstgreifern von je 3 cbm

Fassungsvermögen, erreichen eine Gesamtleistung von 100 t/St. (bei 20 bis 25 Hüben). Die Laufkatzen mit den angebauten Führerkörben enthalten die 100 PS-Hubwerke mit je 2 Drehstrom-Motoren à 50 PS int. Leistung bei 735 Umdr. Die Katzenfahrwerke wurden mit 5 PS-Motoren ausgerüstet. Es gelangten durchgehend ganz geschlossene Motoren zur Verwendung ähnlich Fig. 550.

Fig. 550. Bergmann-Kapselmotor für Drehstrom, Type DM.

Drehwerk und Brückenfahrwerk werden von einem besonderen Führerstand aus gesteuert.

Die eingangs erwähnten beiden fahrbaren Verladebrücken mit je 2 Drehkränen sind auf Fig. 549 darge-

Fig. 551. Bergmann-Steuerschalter für Drehstrom, geöffnet.

Die Hubsteuerschalter, Fig. 551, erhalten Doppel-Steuerwalzen, die zugehörigen Bremsen werden wieder durch Magnete, Fig. 552, betätigt. Der Antrieb der

Fig. 552. Bergmann-Bremslüftmagnet für Drehstrom, geöffnet.

stellt. Jeder Kran ist wieder für Selbstgreiferbetrieb eingerichtet (stdl. Leistung 50 t. bei 2 cbm Fassungsvermögen und 25—30 Hüben stdl.) und besitzt eine Tragkraft von 6500 kg bei 14,25 m größter Ausladung. Die Hubhöhe ist 13 m, die Hubgeschwindigkeit beträgt 0,5 m/Sek. In bemerkenswerter Weise hat die Firma Adolf Bleichert & Co. den Arbeitsverbrauch der Anlage dadurch auf ein

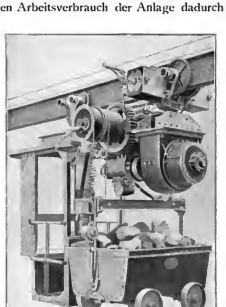


Fig. 553. Laufkatze mit Führerstand.

Drehwerke enthält je einen 8 PS-Motor, das Kranfahrwerk einen solchen von 12 PS Leistung, so daß also ca. 240 PS zum Betriebe der Verladeeinrichtung notwendig sind.

Minimum reduziert, daß sie das Eigengewicht der Greifer durch Gegengewichte ausglich, eine Anordnung, welche den Arbeitsverbrauch der Hubwerke auf je 35 PS herab-

Fig. 554. Ansicht eines Teiles der Verladeanlage für Kohlen- und Koksförderung.

drückt (an Stelle von 100 PS ohne Gewichtsausgleich). Jede Brücke mit einer Spannweite von 57 m hat 2 Fahrmotoren erhalten, von denen jeder 25 eff. PS entwickelt und auf je ein Fahrwerk eines Brückenbeines arbeitet. Bei dem geringen Drehzahlunterschied bei verschiedenen Belastungen ist ein Schiefstellen der Brücken ausgeschlossen, wobei allerdings vorausgesetzt ist, daß die Laufräder ebenfalls gleichmäßig sich drehen und sich fortbewegen, daß also nicht etwa ein Laufradpaar infolge Schienenglätte usw. schlüpft. Die Bedingung, daß die zwei Brückenfahrmotoren möglichst geringen Unterschied in der Drehzahl bei Vollast gegenüber Leerlauf aufweisen sollen (bei Drehstrom-Motoren ohne weiteres gegeben), führt bei Gleichstrombetrieb bekanntlich zur Verwendung von Nebenschluß-Motoren, die alsdann nicht zu klein genommen werden dürfen, damit auch beim Fahren gegen Wind noch ein ausreichendes Anzugsmoment zur Verfügung steht. Die vorstehend beschriebene Anlage, die eine ganze Anzahl hochinteressanter Einzelheiten aufweist, stellt ein charakteristisches Beispiel der von der Firma Adolf Bleichert & Co. zahlreich gebauten umfangreichen automatisch arbeitenden Verladeanlagen dar, die, mit allen Hilfsmitteln moderner Hebezeugtechnik ausgestattet, eine so außerordentlich große Umschlagmenge verarbeitet. Zur Bedienung stehen 10 Mann zur Verfügung, die von 3 Stellen aus — am Hafenkran, auf der Hängebahn-Antriebsstation und an den Retortenhäusern — diese vielgliedrige Verladeeinrichtung warten. Man erkennt aber auch, welche hohe Anforderungen an jedes der Hilfselemente zu stellen sind, damit der Betrieb ohne Störungen sich glatt abwickeln kann.

Eine Verladeanlage für Kohlen- und Koksförderung mit der dazugehörigen Fahrbahnanlage ist in Fig. 554 dargestellt. Es handelt sich bei dieser ebenfalls von Adolf Bleichert & Co., Leipzig-Gohlis gebauten Anlage darum, Kohle und Koks aus Eisenbahnwagen zu laden und das geladene Material vom Bahnhof in die gedeckten Lagerplätze zu überführen. Bekanntlich wird in vielen Fällen auf eine rein automatische Transporteinrichtung zurückgegriffen, sobald die Transportlänge sehr groß ist und ein kontinuierlicher Betrieb sich ermöglichen läßt. Im vorliegenden Fall ist die Aufgabe dadurch gelöst, daß eine Laufkatze zur Ausführung gelangte, die gleichzeitig mit einem Führerstand versehen ist. Die Steuerung von Hand durch einen mitfahrenden Führer war auch schon deswegen nicht zu umgehen, weil im Innern der gedeckten Lagerplätze die Hängebahnlinie nach mehreren Richtungen sich verzweigt, so daß Fernsteuereinrichtungen sehr kompliziert ausgefallen wären. Die Fig. 554 zeigt einen Teil der Hängebahn; auf Fig. 553 ist die Laufkatze mit Führerstand ersichtlich.

Zur Theorie der Kabel.[1])

Von **Leon Lichtenstein.** (Fortsetzung).

5. Dreileiterkabel bei Wechselstrombelastung.

Nehmen wir nun an, daß das Dreileiterkabel (Fig. 486, Heft 22) zum Fortleiten der Ströme eines Wechselstrom-Dreileitersystems benutzt wird. Ist die Mittelleitung geerdet, so bestimmen sich die Spannungen der Kabelleiter gegen Erde bei sinusförmiger Spannungskurve aus den Formeln

$$V_{1r} = \frac{E_m}{2} \sin \omega t$$

$$V_{2r} = 0$$

$$V_{3r} = -\frac{E_m}{2} \sin \omega t = \frac{E_m}{2} \sin (\omega t + 180^0)$$

[1]) Auszug aus desselben Verfassers Schrift: »Beiträge zur Theorie der Kabel«. (Verlag von R. Oldenbourg in München und Berlin.)

E_m ist der Maximalwert der Spannung zwischen den Außenleitern.

Die allgemeinen Gleichungen ergeben jetzt, wenn wir den Mantel ebenfalls als geerdet annehmen:

$$Q_{1t} = \gamma_{11}(V_{1t} - V_{0t}) + \gamma_{12}(V_{2t} - V_{0t}) + \gamma_{13}(V_{3t} - V_{0t})$$
$$= \gamma_{11}\frac{E_m}{2}\sin\omega t - \gamma_{12}\cdot\frac{1}{2}E_m\sin\omega t$$
$$= (\gamma_{11} - \gamma_{12})\frac{E_m}{2}\sin\omega t = \frac{\gamma_{11} - \gamma_{12}}{2}\cdot E_m\sin(\omega t)$$

$$Q_{2t} = \gamma_{22}(V_{2t} - V_{0t}) + \gamma_{21}(V_{1t} - V_{0t}) + \gamma_{23}(V_{3t} - V_{0t})$$
$$= -\gamma_{12}\cdot\frac{E_m}{2}\sin\omega t + \gamma_{12}\cdot\frac{E_m}{2}\sin\omega t = 0$$

$$Q_{3t} = \gamma_{33}(V_{3t} - V_{0t}) + \gamma_{31}(V_{1t} - V_{0t}) + \gamma_{32}(V_{2t} - V_{0t})$$
$$= -\gamma_{11}\frac{E_m}{2}\sin(\omega t) + \gamma_{12}\cdot\frac{E_m}{2}\sin(\omega t)$$
$$= -\frac{\gamma_{11} - \gamma_{12}}{2}E_m\sin\omega t;$$

Setzt man $\frac{\gamma_{11} - \gamma_{12}}{2} = \gamma$, so findet man

$$Q_{1t} = \gamma\cdot E_m\sin(\omega t)$$
$$Q_{2t} = 0$$
$$Q_{3t} = -Q_{1t}$$
$$J_{1t} = \frac{dQ_{1t}}{dt} = \gamma\cdot 2\pi\sim\cdot E_m\cos(\omega t)$$
$$J_{2t} = 0$$
$$J_{3t} = -J_{1t}$$

Der effektive Wert des Ladestromes ist

$$J_1 = \gamma\cdot 2\pi\sim\cdot E,$$

wo E den Effektivwert der Spannung zwischen den Außenleitern bedeutet. γ ist die »scheinbare Kapazität« des Kabels.

Selbstverständlich gilt das Vorstehende unverändert, wenn das Dreileiterkabel (Fig. 486) zum Fortleiten eines Wechselstromes gebraucht wird, sofern man den unbenutzten Kabelleiter erdet.

Im Abschnitt 4 haben wir gefunden, daß beim Betrieb mit Drehstrom der Ladestrom in einem Leiter den Wert

$$J = \gamma\cdot 2\pi\sim\cdot E_0;\ \gamma = \frac{\gamma_{11} - \gamma_{12}}{\sqrt{3}} \quad . \quad (17)$$

hat. E_0 bedeutet die verkettete Spannung.

Erdet man aber einen Leiter und leitet durch die beiden andern einen Wechselstrom, so sinkt die »scheinbare Kapazität« im Verhältnis von $\frac{1}{\sqrt{3}} : \frac{1}{2}$.

Der Berechnung des Ladestroms wird in beiden Fällen die Spannung zwischen zwei Leitern zugrunde gelegt.

Die »scheinbare Kapazität« eines Dreileiterkabels beim Betriebe mit Drehstrom kann diesen Entwicklungen gemäß, wie folgt, mit einer Wechselstromquelle bestimmt werden. Man schließe zwei Kabelleiter an eine Wechselstromquelle von der Spannung E und erde den dritten Leiter und den Mantel. Ist J der Ladestrom, so berechnet sich die »Betriebskapazität« beim Betriebe mit Drehstrom aus der Formel

$$\gamma = \frac{J}{2\pi\sim\cdot E}\cdot\frac{2}{\sqrt{3}} \text{ (c. g. s.).}$$

E = Effektivwert der benutzten Wechselspannung.

6. Dreileiterkabel bei Wechselstrombelastung.
(Fortsetzung.)

Wir nehmen jetzt weiter an, daß ein Dreileiterkabel mit Wechselstrom betrieben wird und daß zwei Leiter parallel geschaltet die Hinleitung, der dritte Leiter die Rückleitung bildet.

Die Spannungen der Leiter gegen Erde sind jetzt gleich

$$\left.\begin{aligned} V_{1t} &= \frac{E_m}{2}\sin\omega t \\ V_{2t} &= \frac{E_m}{2}\sin\omega t \\ V_{3t} &= -\frac{E_m}{2}\sin\omega t \\ V_{0t} &= 0. \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (18)$$

E_m ist der Maximalwert der Spannung.

Die allgemeine Formel (13) gibt jetzt

$$Q_{1t} = \gamma_{11}(V_{1t} - V_{0t}) + \gamma_{12}(V_{2t} - V_{0t}) + \gamma_{13}(V_{3t} - V_{0t})$$
$$= \gamma_{11}\cdot\frac{E_m}{2}\sin\omega t + \gamma_{12}\cdot\frac{E_m}{2}\sin\omega t - \gamma_{12}\cdot\frac{E_m}{2}\sin\omega t$$
$$= \frac{1}{2}\cdot\gamma_{11}E_m\sin(\omega t).$$

In gleicher Weise ist

$$\left.\begin{aligned} Q_{2t} &= \frac{1}{2}\gamma_{11}E_m\sin(\omega t) \\ Q_{3t} &= \gamma_{33}(V_{3t} - V_{0t}) + \gamma_{31}(V_{1t} - V_{0t}) + \gamma_{32}(V_{2t} - V_{0t}) \\ &= -\gamma_{11}\frac{E_m}{2}\sin(\omega t) + \gamma_{12}\cdot\frac{E_m}{2}\sin(\omega t) \\ &\quad + \gamma_{12}\frac{E_m}{2}\sin(\omega t) \\ &= (-\gamma_{11} + 2\gamma_{12})\frac{E_m}{2}\sin(\omega t) \\ &= -\frac{1}{2}(\gamma_{11} - 2\gamma_{12})\cdot E_m\sin(\omega t). \end{aligned}\right\} \quad (19)$$

Die Ladeströme sind

$$J_{1t} = \frac{1}{2}\gamma_{11}\cdot 2\pi\sim\cdot E_m\cos(\omega t)$$

$$J_{2t} = \frac{1}{2}\gamma_{11}\cdot 2\pi\sim\cdot E_m\cos(\omega t)$$

$$J_{3t} = -\frac{1}{2}(\gamma_{11} - 2\gamma_{12})\cdot 2\pi\sim\cdot E_m\cos(\omega t).$$

Da die Leiter (1) und (2) parallel geschaltet sind, so fließt in der Hinleitung der Gesamtstrom

$$J_t = J_{1t} + J_{2t} = \gamma_{11}\cdot 2\pi\sim\cdot E\cos(\omega t).$$

Der Strom in der Rückleitung ist aber

$$J_{3t} = -\frac{\gamma_{11} - 2\gamma_{12}}{2}\cdot 2\pi\sim\cdot E_m\cos(\omega t)$$

Offenbar ist

$$J_t + J_{3t} = 0.$$

Ein Blick auf die Fig. 555 lehrt aber, daß dies nicht möglich ist. Ähnlichen Fall haben wir im Abschnitt 3 bereits betrachtet. Dort ging ein Teil des Stromes auf den Mantel über, und die Kontinuität der elektrischen Strömung blieb bewahrt. Dieses kann natürlich nicht

Fig. 555.

vorkommen, wenn die Statorwicklung des Wechselstromerzeugers isoliert ist. Es liegen also zwei Möglichkeiten vor. Entweder ist ein Punkt der Statorwicklung geerdet — dann geht ein Teil des Stromes durch die Erde auf den Kabelmantel über — oder die Statorwicklung ist isoliert und die Spannungsverteilung folgt dem Gesetze (18) nicht.

Nehmen wir zunächst an, der Mittelpunkt der Statorwicklung sei geerdet. Die Spannungen der Leiter gegen Erde sind durch die Gleichungen (18), ihre Ladungen durch die Formeln 19 gegeben.

Die Ladung auf der Innenfläche des Bleimantels ist, wie wir wissen, der Summe aller eingeschlossenen Ladungen entgegengesetzt gleich

$$Q_{0t} = -(Q_{1t} + Q_{2t} + Q_{3t}) = -\left(\tfrac{1}{2}\gamma_{11} + \tfrac{1}{2}\gamma_{11} - \tfrac{1}{2}\gamma_{11} + \gamma_{12}\right) E_m \sin(\omega t) = -\frac{1}{2}(\gamma_{11} + 2\gamma_{12})\, E_m \sin(\omega t).$$

Der Ladestrom des Mantels

$$J_{0t} = -\tfrac{1}{2}(\gamma_{11} + 2\gamma_{12}) \cdot 2\pi \sim \cdot E_m \cos(\omega t).$$

Offenbar ist

$$J_{1t} + J_{0t} + J_{t} = 0.$$

Die Stromverteilung ist auf der Fig. 556 dargestellt.

Offenbar werden die in die Hin- und Rückleitung eingebauten Stromzeiger verschiedene Ströme anzeigen müssen.

Nun der zweite Fall der isolierten Statorwicklung. Die Spannungsverteilung nach den Gleichungen (18) ist nicht mehr möglich. Wir setzen demzufolge:

$$\left.\begin{aligned} U_{1t} &= E_{1m} \sin(\omega t) \\ U_{2t} &= E_{1m} \sin(\omega t) \\ U_{3t} &= E_{2m} \sin(\omega t) \end{aligned}\right\} \quad \begin{aligned} U_{0t} &= 0 \\ E_{1m} - E_{2m} &= E_m \end{aligned}$$

und bestimmen E_{1m} und E_{2m} so, daß die Ladeströme J_{1t}, J_{2t} und J_{3t} der Beziehung

$$J_{1t} + J_{2t} + J_{3t} = 0$$

genügen.

Wir finden jetzt

$$\begin{aligned} &Q_{1t} = \gamma_{11} \cdot E_{1m} \sin(\omega t) + \gamma_{12} \cdot E_{1m} (\sin \omega t) + \\ &+ \gamma_{12} \cdot E_{2m} (\sin \omega t) = [(\gamma_{11} + \gamma_{12})\, E_{1m} + \gamma_{12} \cdot E_{2m}] \sin \omega t, \\ &Q_{2t} = Q_{1t} = [(\gamma_{11} + \gamma_{12})\, E_{1m} + \gamma_{12} E_{2m}] \sin(\omega t); \\ &Q_{3t} = \gamma_{11} E_{2m} \sin(\omega t) + \gamma_{12} \cdot E_{1m} \sin(\omega t) + \\ &+ \gamma_{12} \cdot E_{1m} \sin(\omega t) = [\gamma_{11} \cdot E_{2m} + 2\gamma_{12} E_{1m}] \sin(\omega t). \end{aligned}$$

Die Ladeströme sind:

$$J_{1t} = J_{2t} = [(\gamma_{11} + \gamma_{12})\, E_{1m} + \gamma_{12} \cdot E_{2m}] \cdot 2\pi \sim \cdot \cos(\omega t);$$

$$J_{3t} = [\gamma_{11} \cdot E_{2m} + 2\gamma_{12} \cdot E_{1m}] \cdot 2\pi \sim \cdot \cos(\omega t).$$

Die Bedingung

$$J_{1t} + J_{2t} + J_{3t} = 0$$

ergibt

$$2(\gamma_{11} + \gamma_{12})\, E_{1m} + 2\gamma_{12} \cdot E_{2m} + \gamma_{11} E_{2m} + 2\gamma_{12} \cdot E_{1m} = 0.$$

$$2(\gamma_{11} + 2\gamma_{12})\, E_{1m} = -(\gamma_{11} + 2\gamma_{12})\, E_{2m};$$

$$E_{1m} = -\tfrac{1}{2} E_{2m}.$$

Aus der Gleichung

$$E_{1m} - E_{2m} = E_m$$

folgt jetzt

$$-\tfrac{1}{2} E_{2m} - E_{2m} = E_m;$$

$$E_{2m} = -\tfrac{2}{3} E_m;$$

$$E_{1m} = \tfrac{1}{3} E_m.$$

Der zeitliche Verlauf der Spannungen der Leiter gegen Erde ist jetzt durch folgende Gleichungen gegeben:

$$U_{1t} = \tfrac{1}{3} E_m \sin(\omega t)$$

$$U_{2t} = \tfrac{1}{3} E_m \sin(\omega t)$$

$$U_{3t} = -\tfrac{2}{3} E_m \sin(\omega t).$$

Die Spannung Null gegen Erde hat nicht mehr der Mittelpunkt der Statorwicklung, sondern ein Punkt, dessen Entfernung von den Wicklungsenden $\tfrac{1}{3}$ und $\tfrac{2}{3}$ der ganzen Wicklungslänge beträgt. Dieser Punkt liegt demjenigen Ende näher, das an die beiden parallel geschalteten Kabelleiter angeschlossen ist. Man kann ihn erden (Fig. 557), ohne die Spannungsverteilung zu beeinflussen.

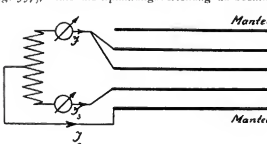


Fig. 556.

Wir finden jetzt

$$J_{1t} = J_{2t} = \left[(\gamma_{11} + \gamma_{12}) \cdot \tfrac{1}{3} E_m + \gamma_{12}\left(-\tfrac{2}{3} E_m\right)\right] \cdot 2\pi \sim \cdot \cos(\omega t)$$

oder

$$J_{1t} = J_{2t} = \tfrac{1}{3}(\gamma_{11} - \gamma_{12}) \cdot 2\pi \sim \cdot E_m \cos(\omega t);$$

$$J_{3t} = \left[\gamma_{11}\left(-\tfrac{2}{3} E_m\right) + 2\gamma_{12}\tfrac{1}{3} E_m\right] \cdot 2\pi \sim \cdot \cos(\omega t)$$

oder

$$J_{2t} = \frac{2}{3}\,[-\gamma_{11} + \gamma_{12}]\; E_m\, 2\pi\nu \cdot \cos(\omega t).$$

Offenbar ist, wie erforderlich,

$$J_{1t} + J_{2t} + J_{3t} = 0.$$

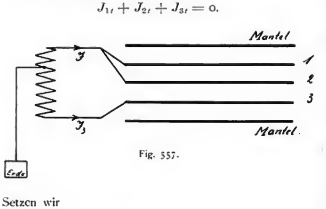


Fig. 557.

Setzen wir

$$\frac{2}{3}\,(\gamma_{11} - \gamma_{12}) = \gamma,$$

so folgt

$$J_t = -J_{2t} = \gamma \cdot 2\pi\nu \cdot E_m \cos(\omega t).$$

γ ist die »scheinbare Kapazität« unseres Kabels. Ist der Mittelpunkt der Statorwicklung geerdet, so berechnet sich der Ladestrom

$$J_t = -(J_{2t} + J_{0t})$$

aus der Formel

$$J_t = J_{1t} + J_{2t} = \gamma_{11} \cdot 2\pi\nu \cdot E_m \cos(\omega t).$$

Die »scheinbare Kapazität« ist

$$\gamma = \gamma_{11}.$$

Wie aus diesem Beispiel ersichtlich, hängt unter Umständen die »scheinbare Kapazität« außer von der Schaltung der Kabelleiter und der Reihenfolge der Phasen (vgl. Abschnitt 2) auch noch von dem Isolationszustand der Statorwicklung des Stromerzeugers ab. Wäre nicht der Mittelpunkt oder der Punkt in einem Drittel Entfernung, sondern ein anderer Punkt der Statorwicklung mit der Erde verbunden, so würde die »scheinbare Kapazität« dementsprechend anders ausfallen.

Bei der Betrachtung der konzentrischen Kabel werden wir auf ähnliche Erscheinungen stoßen.

Als letztes Beispiel nehmen wir jetzt an, daß alle drei Leiter verbunden und an eine Klemme eines Wechselstromerzeugers angeschlossen sind. Die andere Klemme ist mit dem Kabelmantel und Erde verbunden. Jetzt ist

$$\begin{aligned} I'_{1t} &= I'_{2t} = I'_{3t} = E_m \sin \omega t \\ I'_{0t} &= 0 \end{aligned}$$

Die Ladungen der Kabelleiter sind:

$$Q_{1t} = \gamma_{11} \cdot I'_{1t} + \gamma_{12} I'_{2t} + \gamma_{12} I'_{3t} = (\gamma_{11} + 2\gamma_{12})\, E_m \sin \omega t$$
$$Q_{2t} = Q_{3t} = Q_{1t}.$$

Die Ladeströme sind

$$J_{1t} = J_{2t} = J_{3t} = (\gamma_{11} + 2\gamma_{12})\; 2\pi\nu \cdot E_m \cos(\omega t)$$
$$J_t = J_{1t} + J_{2t} + J_{3t} = \gamma \cdot 2\pi\nu \cdot E_m \cos \omega t.$$

Die »scheinbare Kapazität« ist

$$\gamma = 3\,(\gamma_{11} + 2\gamma_{12})$$

Der Ladestrom des Mantels ist natürlich

$$J_{0t} = -(J_{1t} + J_{2t} + J_{3t}) = -J_t;$$

Legt man eine Klemme eines Wechselstromerzeugers an die Kabelleiter, die andere nicht an den Bleimantel, sondern an den Eisenmantel, so treten zwischen den beiden Mänteln Spannungsdifferenzen auf.

(Fortsetzung folgt.)

Kleine Nachrichten.

Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft.

Verwendung elektrischer Triebkraft und Druckluft beim Bau des New Yorker Tunnels. Beim Bau des Tunnels für die Pennsylvania, New York und Long Island-Bahn, den die United Engineering and Contracting Company gegenwärtig unter der Insel Manhattan hindurch treibt, wird die elektrische Arbeit als Antriebskraft in weitem Umfange angewendet. Den Strom liefert die New York Edison Company. Elektrische angetriebene Luftkompressoren speisen die Bohrmaschinen an der Baustelle und die mechanischen Schaufeln, welche für gewöhnlich von Dampfmaschinen betrieben werden; der Antrieb durch verdichtete Luft bringt nicht die Unbequemlichkeit mit sich, welche der Auspuff in den engen Raum der Baustelle darstellt, er vermittelt vielmehr eine ausgezeichnete Ventilation gerade an einer Stelle, wo sie am nötigsten gebraucht wird

Die Luftkompressoren Laidlaw-Dunn-Gordonscher Bauart werden von großen mehrpoligen Gleichstrommotoren angetrieben; sie liefern jeder 57 cbm Luft in der Min. bei einem Druck von 7 Atm. Jeder Elektromotor entwickelt 480 PS. Da 3 solcher Sätze vorhanden sind, stellen sie allein eine Gesamtleistung von rd. 1500 PS dar.

Zur Verteilung und Messung des Stromes dient eine Schalttafel, aus 6 Feldern bestehend, mit den üblichen Schaltern und Meßinstrumenten, Zählern, Strom- und Spannungszeigern. Auch ein selbstregistrierender Luftdruckmesser ist vorhanden; er ist mit dem Druckluftbehälter verbunden und zeichnet die Schwankungen des Luftdruckes auf.

In dem Tunnel werden elektrische Grubenlokomotiven verwendet, welche ebenfalls ihren Strom von dem

Fig. 558. Elektrische Grubenlokomotiven beim Bau des Tunnels für die Pennsylvania, New York und Long Islandbahn.

für Beleuchtungszwecke errichteten Kraftwerk der New York Edison Company erhalten. Diese Lokomotiven, (Fig. 558) wiegen 9 t; sie haben eine Zugkraft von 1600 kg und sind dazu bestimmt, die beladenen Wagen zum Fuße der auch elektrisch angetriebenen Aufzüge zu schaffen, welche das Material an die Erdoberfläche bringen. Die Lokomotiven haben je 2 Motoren von 40 PS, welche den Zügen eine Geschwindigkeit von höchstens 10 km in der Stunde erteilen.

Die Stromzuführung geschieht durch lange Kabel, welche sich auf ein Rad auf der Lokomotive auf- bzw. abwickeln und sich zwischen die Schienen legen.

Die Druckluftleitung ist am Scheitel des Tunnels verlegt. Sie hat an verschiedenen Stellen Anschlüsse in Gestalt von Schlauchabzweigungen zur Entnahme von Druckluft von 7 Atm. für die Bohrmaschinen und für die Schaufeln, welche ein Fassungsvermögen von 0,75 cbm haben. Gleich nach dem Bohren und Sprengen laden die Schaufeln das Material in die eisernen Kübel der Wagen, und diese werden von den Lokomotiven zu den Aufzügen gefahren. Jeder Wagenkasten hat einen Fassungsraum von 3,8 cbm, so daß 5 bis 6 Bewegungen einer Schaufel dazu gehören, um die Wagen zu füllen. Die Aufzüge ziehen die Kübel an die Erdoberfläche, wo sie von einem anderen Elektromotor auf die Straße und in einen bereitstehenden Zug gehoben werden; dieser schleppt sie zur Schiffsbeladestelle. Hier nimmt sie wieder ein elektrischer Kran auf, schwingt sie über das Schiff und nach dem Entladen wieder zurück zum Zuge, von wo aus die Kübel denselben Weg bis zur Baustelle zurück machen. Das Gewicht eines Kübelinhalts ist über 6 t. Der ganze Transport des Bruchmaterials geschieht fast ohne Handarbeit und deshalb denkbar billig.

Frank C. Perkins.

Signalwesen.

Parrs automatisch-elektrische Weichenstellvorrichtung. Für elektrische Trambahnen sowie für kleinere Dampfbahnen scheint eine Erfindung eines englischen Ingenieurs, Mr. Aspinwall Parr, von großer Bedeutung zu sein, da sie die automatische Umstellung der für die Fahrtrichtung eines Straßenbahnwagens in Betracht kommenden Weichen durch einfache Betätigung des Fahrschalters am Führerstand ermöglicht. Bis jetzt stellt

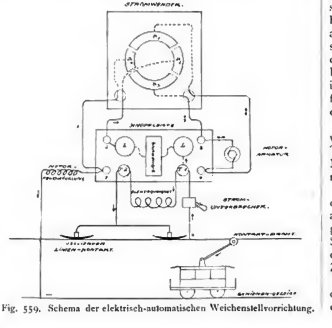


Fig. 559. Schema der elektrisch-automatischen Weichenstellvorrichtung.

Fig. 560. Ansicht der automatisch-elektrischen Weichenstellvorrichtung, System Parr.

entweder der Motorführer sich die Weiche selbst von Hand aus, indem er knapp vor der Zungenspitze mit seinem Wagen hält und durch eine eigens hierzu geformte lange Eisenstange vom Fahrstand aus die Weiche umlegt, oder es sind in einzelnen größeren Städten an bedeutenden Kreuzungspunkten von Straßenbahnlinien eigene Stellwerke errichtet, von denen aus ein Mann auf rein mechanischem, pneumatischem oder elektrischem Wege die Stellung der einzelnen Weichen vornimmt. Diese Stellwerke und die Anlage der hierzu erforderlichen Betonkanäle, Drahtzüge bzw. Gestänge erfordern sehr erhebliche Kosten, wozu noch die ständige Erhaltung der Anlage sowie die Löhnung des betreffenden Stellwerkswärters hinzukommt. Die neue Erfindung vermeidet nun derartige Stellwerksanlagen, indem jede einzelne Weichenstellvorrichtung einen Elektromotor besitzt, der automatisch durch die Kurbel des Fahrschalters vom Wagenführer betätigt wird (Fig. 559). Die Konstruktion des Apparates ist folgende. (Siehe Fig. 560.) Auf zwei starken Ständern findet sich montiert ein Elektromotor vor, der befähigt ist, durch eine einfache Transmission die Weiche zu bedienen.

Der untere Schaft dieser Transmissionsvorrichtung versetzt mittels einer Zugstange die Schienenweiche in Tätigkeit, wobei natürlich die Richtung der Drehung des Motors maßgebend für die positive und negative Fahrtrichtung ist. (Fahrt in die Gerade oder in die Ablenkung.)

Durch einen sehr zuverlässig wirkenden Stromwender, der den Lauf äußerst rasch unterbricht und von zwei an starken Ketten befestigten Gewichten in Tätigkeit gesetzt wird, kann sowohl die eine als auch die andere Stellung bzw. Richtung der Drehung erfolgen, wobei entweder das linke oder das rechte Gewicht den nötigen Zug ausübt.

Ein Schieber, welcher auf eine Leitstange wirkt und den Stromwender in Tätigkeit setzt, wird erfaßt und durch den Kolben eines kleinen Elektromagneten zur Auslösung

gebracht, während ein durch den unteren Schaft in Tätigkeit versetzter Arm die Gewichte abwechslungsweise hebt, je nachdem sich die Bewegung nach der einen oder anderen Richtung vollzieht.

Die Verbindung des Stromwenders, des Motors und des Elektromagneten mit der Kraftquelle vermittelt eine vollständig isolierte Knopfleiste, welche die nötigen Klemmschrauben, den Zünderklotz, Widerstände etc. trägt. Der Motor besitzt selbstölende Lager, wie ebenfalls die meisten anderen bewegenden Teile Selbstölung haben, wodurch die Wartung der Apparate vereinfacht und deren ruhiger Gang gewährleistet wird. Jeder Apparat befindet sich in einem gußeisernen Gehäuse, das derartig verfertigt ist, um nötigenfalls in weniger als einer halben Minute zu allen Teilen des Apparates gelangen zu können.

Diese Gehäuse werden in der Nähe der betreffenden Weichen in die Erde eingelassen und sodann durch kurze Kabel, die zum Schutze am besten in gußeisernen Rohren verlegt werden, mit den Weichen in Verbindung gebracht.

Der Motorführer hat nun bei Befahren der Weichen bloß darauf zu achten, daß er jene Weichen, deren Stellung seiner Fahrtrichtung entspricht, stromlos (Fahrschalter auf »Aus«) durchfährt, bzw. unter Strom diejenige Weiche, die er umstellen will, wobei gleichgültig ist, wieviel Lamellen des Fahrschalters (1, 2, 3, 8 usw.) eingeschaltet sind.

Am elektrischen Leiter ist bloß ein Kontakt erforderlich; sollte dagegen eine Weiche stets nach dem Umstellen in ihre frühere Lage zurückzugehen haben, so ist ein zweiter Kontakt nötig. Die Einrichtung spricht bereits bei Stellung des Fahrschalters auf die erste Schaltungslamelle zuverlässig an, wodurch infolge der verhältnismäßig sehr geringen Fahrt mit der größeren Sicherheit eine erhebliche Verminderung in der Abnutzung der Bremsen und Räder, sowie Weichenzungen bewirkt wird.

Den bisherigen Erfahrungen gemäß hat sich der neue Apparat in vielen Städten sehr gut bewährt. So besteht in einer größeren Stadt des Kontinents an einer Gleisverbindung, die derartige Weichenstellapparate besitzt, ein Minimalverkehr von 90 Wagen pro St., die zur Zeit des Geschäftsverkehrs auf 100 Wagen pro St. anwächst, wobei die Apparate mit je einem Kontakt tadellos funktionierten.

Die Herstellung der automatischen Weichenstell-Vorrichtungsapparate erfolgt durch die Hadfields Steel-foundry in Sheffield (England). Den Vertrieb für den Kontinent hat die techn. Firma Ingen. Schmassmann & Co. in Zürich.

Der Preis je eines Apparates stellt sich exkl. Rohre und Kabelverbindung auf ca. M. 1960. G. W. K.

Aus dem Rechtsleben.

Haftpflicht. Für den Umfang der Betriebsgefahr kommen nicht Umstände in Betracht, die lediglich in der Person des Verletzten liegen, diese können nur geeignet sein, das eigene Verschulden des Verletzten zu mildern. Eine Steigerung der Betriebsgefahr liegt in dem Nichtvorhandensein einer Türe am Vorderperron, eine Milderung des eigenen Verschuldens in der Unkenntnis des Verletzten bezüglich des Straßenbahnverkehrs. (Reichsgerichtsurteil vom 3. Juni 1907. VI. Zivilsenat.)

Bei der Neigung der Gerichte, auf Grund des § 254 BGB. gegenüber dem eigenen Verschulden des Überfahrenen die Betriebsgefahr fast stets als Gegengewicht in Betracht zu ziehen, scheint die Rechtsprechung in den dem früheren Fehler — voller Nichtbeachtung der Betriebsgefahr — entgegengesetzten zu verfallen. Die Reichsgerichtsentscheidungen, welche jetzt noch ein eigenes Verschulden unter Ausschluß des § 254 BGB. annehmen, bedürfen daher besonderer Beachtung.

Trotz des Warnungsläutens des Straßenbahnzuges, das ein Kutscher nach eigenem Geständnis sehr gut gehört hatte, suchte er noch vor dem Zuge das Gleis zu überfahren und verursachte dadurch den für ihn unheilvollen Zusammenstoß. Die Vorinstanz sah darin, daß das Gleis nicht durch Schranken abgeschlossen war, eine das eigene Verschulden teilweise aufhebende Betriebsgefahr und verurteilte die Bahn entsprechend. Dieses Urteil hob jedoch das Reichsgericht am 26. Sept. 1907 (VI. Zivilsenat) auf und wies den Anspruch vollständig ab. Das Verhalten des Verletzten sah es als ein derartig grob fahrlässiges an, daß von einer Schadensteilung keine Rede sein könne. Zur Berücksichtigung des § 254 BGB. genüge nicht die allgemeine, mit jedem Eisenbahnbetriebe verknüpfte Gefahr, vielmehr mußten besondere Gefahrerhöhungen vorliegen, wie ein von der Bahn zu vertretendes unrichtiges Verhalten der Bahnbediensteten oder sonstige die Betriebsgefahr im konkreten Falle erhöhende Momente. Eine solche Gefahrensteigerung liege aber weder in dem Nichtvorhandensein einer Schranke noch in den anderen örtlichen Verhältnissen.

Die öffentlichen Straßen sind für den Verkehr mit normal beanlagten Tieren usw. bestimmt, und mit Bezug darauf ist der Verkehr auf denselben geordnet, insbesondere der Straßenbahnbetrieb auf denselben gestattet. Ist einem Fuhrmann bekannt, daß seine Pferde besonders scheu sind bei Straßenbahnen, so ist es seine Pflicht, diese besondere Eigenschaft zu berücksichtigen und, wenn möglich, Straßen zu wählen, auf denen keine Straßenbahn verkehrt, wenn auch sein Weg dadurch etwas verlängert wird. Wendet er diese Vorsicht nicht an oder trifft er keine besonderen Schutzmaßnahmen bei Annäherung eines Straßenbahnzuges, so ist das Scheuen der Tiere vor einem Zuge von ihm verschuldet, und er hat den Schaden zu tragen. (Entscheidung des Reichsgerichts vom 28. Okt. 1907.) W. C.

Neue Bücher.

Handbuch der Ingenieurwissenschaften. Fünfter Teil, Eisenbahnbau. Achter Band, Lokomotiv-Steilbahnen und Seilbahnen. Bearbeitet von Roman Abt und Siegfried Abt. Herausgegeben von F. Löwe und Dr. H. Zimmermann. Zweite vermehrte Auflage. X und 300 Seiten. Lex. 8° mit 410 Abbildungen im Text und zwei Zahlentafeln. Leipzig 1907, Wilhelm Engelmann. Preis geh. M. 10, geb. M. 13

Die erste Auflage des Bandes ist im Jahre 1901 erschienen; nach nur sechs Jahren ist ihr schon die zweite gefolgt. Dabei ist die Seitenzahl von 211 auf 300, die Zahl der Abbildungen von 206 auf 410 gestiegen. Diese erhebliche Steigerung des Umfangs betrifft aber nur den zweiten Teil, die Seilbahnen; der erste Teil, von R. Abt bearbeitet, ist in der neuen Auflage nicht viel mehr wie ein unveränderter Abdruck des Inhalts der ersten. Das ist recht bedauerlich, wenn auch vielleicht durch Arbeitsüberhäufung des Präsidenten des Verwaltungsrates der Gotthardbahn erklärlich. Wie auch aus dem Literaturverzeichnis ersichtlich ist, gibt die neue Auflage den Stand der Technik der Zahnbahnen vom Jahre 1898 wieder; seitdem sind aber eine Anzahl neuer Bahnen erbaut worden, die durchaus neuartige Einrichtungen zeigen, z. B. die Vesuvbahn, die Bahn Stuttgart—Degerloch u. a. m. Diese Bahnen sind nicht berücksichtigt, wenn die Vesuvbahn auch erwähnt ist. Insbesondere hat

aber seit 1898 der elektrische Betrieb auf Zahnbahnen bedeutende Fortschritte gemacht. Im Jahre 1904 gab es in der Schweiz 133 km Zahnbahnen mit Dampfbetrieb und 55 km mit elektrischem Antrieb. Seitdem ist die Arth-Rigibahn zum elektrischen Betrieb übergegangen, die Viznau-Rigi- und Wengernalpbahn planen die Umwandlung, verschiedene Zahnbahnen mit elektrischem Antrieb wurden neu eröffnet, z. B. die Bahn Martigny—Chatelard. Nach dem heutigen Stand der Technik kommt für Neuanlage von Bergzahnbahnen wohl nur noch der elektrische Betrieb in Frage. Es geht dies unter anderem aus den von Zezula in der Zeitschrift für Kleinbahnen 1907 mitgeteilten Zahlen hervor, wonach bei den schweizerischen reinen Zahn- und gemischten Reibungs- und Zahnbahnen die Betriebskosten für das Wagenachs-km sich bei elektrischem Betriebe auf 28,4, bei Dampfbetrieb auf 38,6 Pf., der Betriebskoeffizient auf 40,3 % bei elektrischem, auf 50 % bei Dampfbetrieb stellte.

In dem vorliegenden Bande beschränkt sich die Behandlung des elektrischen Betriebes auf eine Beschreibung der Gornergratbahn, der ältesten elektrischen Zahnbahn der Schweiz. Diese Darstellungsweise entspricht auch nicht annähernd der Bedeutung, die nach vorstehendem der elektrische Betrieb für Zahnbahnen hat. Von einer zeitgemäßen Bearbeitung müßte man eine systematische Behandlung der elektrischen Bahnen fordern, sowie einen Vergleich zwischen Dampf- und elektrischem Antrieb in wirtschaftlicher Hinsicht (Anlage- und Betriebskosten).

Man vermißt auch eine systematische Besprechung der Betriebsmittel für Dampfbetrieb (Antrieb und Bremsen), wie sie beispielsweise in dem betreffenden Heft der »Eisenbahntechnik der Gegenwart« in mustergültiger Form enthalten ist.

Für eine neue Auflage sei eine vollständige Umarbeitung angeraten, wobei allerdings die geschichtliche Einleitung und die Abschnitte über den Oberbau im wesentlichen unverändert bleiben könnten.

Ein viel erfreulicheres Bild zeigt der zweite Abschnitt »Seilbahnen« von Siegfried Abt, der mit 210 von 300 Seiten den Hauptteil des Buches ausmacht. Die Gesamteinteilung des Stoffes ist gegen die frühere Auflage nicht verändert, es sind aber überall neue Kapitel eingeschoben und die übrigen im einzelnen durchgearbeitet, vertieft und ergänzt. Überall sind die neuesten Ausführungen berücksichtigt, so daß der gesamte Abschnitt ein vollständiges Bild der gegenwärtigen Technik dieses sehr zu übersehenden Sondergebietes darstellt. An neuen Kapiteln nennen wir: Bergschwebebahnen, Bergaufzüge, Verschub-Seilbahnen (Spills), Meerseilbahnen (zum Bekohlen von Kriegsschiffen auf hoher See). An neu eingefügten Beschreibungen ausgeführter Anlagen seien genannt die schiefen Ebenen in Glasgow, auf der Langreobahn und der Ugandabahn, sowie die Seilbahn in Nancy. Auch die Bergseil- (Vergnügungs-) Bahnen sind bis auf die Gegenwart ergänzt; besonders anzuerkennen sind die beigegebenen Zahlentafeln über Anlage- und Betriebsergebnisse der Schweizerischen Drahtseilbahnen.

Bei aller Vollständigkeit bleibt doch zu bedauern, daß kein Versuch gemacht ist, den reichen Stoff systematisch zu ordnen. Die Einteilung in Seilbahnen älterer Bauart und solche neuerer Bauart ist eine äußerliche und willkürliche; die Untereinteilung in Paragraphen, in denen die einzelnen Sondergebiete anscheinend ohne Regel aneinandergereiht sind, erschwert außerdem die Übersicht, zumal manche der Sonderkapitel in mehrere Paragraphen zerlegt sind, mit der gleichen Überschrift und dem Zusatz »Fortsetzung«, gerade als wenn es sich um die Wiedergabe einer Reihe von Vorlesungsstunden handele.

Eine solche Einteilung der »Seilbahnen«, d. h. der Bahnen bzw. Fördermittel, die zur Fortbewegung der Last ein Seil als Antrieb benutzen, wäre vielleicht zu treffen in:

a) wagerechte Förderung, bei der nur Reibung zu überwinden und Beschleunigungsarbeit zu leisten ist, und

b) geneigte Förderung, bei der auch Hebungsarbeit zu verrichten ist.

Jede dieser Hauptgruppen wäre dann nach der Art der Unterstützung des Fahrzeuges einzuteilen in Standbahnen und Hängebahnen. Die Hängebahnen wären in solche zu gliedern, bei denen die Schiene starr, und solche, bei denen sie als Seil ausgebildet ist. Eine weitere Unterteilung gäbe die Benutzungsart (Personenbeförderung, Güterbeförderung).

Noch eine kleine Bemerkung. In der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1902, S. 396 erwähnte M. Buhle bei der Besprechung der ersten Auflage, daß die schiefe Ebene Erkrath—Hochdahl als geschlichtlich behandelt ist, während sie in Wirklichkeit noch weiter betrieben wird. Derselbe Irrtum befindet sich in der Neuauflage. Die Anlage hätte übrigens als einzige in Deutschland bestehende schiefe Ebene eine eingehendere Behandlung und zeichnerische Darstellung verdient. — Hieraus geht wohl hervor, daß dem Herrn Verfasser diese Besprechung einer führenden Zeitschrift nicht zu Gesicht gekommen ist. Das ist aber eigentlich für den Kritiker sehr betrübend, wenn der Zweck seiner Kritik so wenig erreicht wird. Schimpff.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

4. Fortleitung der elektrischen Energie.

Hochspannungskabel und Hochspannungs-Kraftübertragungen. Von R. Apt. (E. T. Z., 20. und 27. Febr. 1908, S. 159 und 185.)* In dichtbevölkerten Gegenden und in den Fällen, wo auf einen störungsfreien Betrieb der Hauptwert gelegt wird, sind selbst für lange Strecken Hochspannungskabel den Freileitungen vorzuziehen, zumal da man jetzt Kabel für sehr hohe Spannungen vollkommen betriebssicher herstellen kann. Als Isolierstoff für Hochspannungskabel wird jetzt fast ausschließlich imprägniertes Papier verwendet. Da man Drehstromkabel vorläufig nur bis 30000 Volt betriebssicher herstellen kann, müssen für höhere Spannungen drei Einfachkabel verwendet werden. Kurze Theorie der Einfachkabel; Angaben für die Verluste in Einfachkabeln. Um die Hystereseverluste und den induktiven Spannungsabfall, der durch die Eisenarmierung bei Einfachkabeln erzeugt wird zu vermeiden, empfiehlt es sich, nach dem in England gebräuchlichen »solid system« die Kabel unarmiert in Tröge zu betten, die mit einer Asphalt- und Pechmischung ausgegossen werden. Dadurch werden zugleich die schädlichen Einflüsse der Erdströme ferngehalten. Um die wirtschaftliche Möglichkeit der Fernübertragung zu zeigen, werden für ein Beispiel die Übertragungskosten pro KW.St. berechnet, sie betrugen bei 70000 KW, die mit 40000 Volt auf 140 km übertragen werden, bei einem Behastungsfaktor von 100 % 0,72 Pf, von 50 % 1 Pf. und von 10 % 5,3 Pf. Es sind dabei 3 × 3 Kabel und ein Reservekabel von 390 qmm Querschnitt verlegt, die Kabelstrecke kostet betriebsfertig einschließlich Verlegung M. 24 Mill. — Als Beispiel für die praktische Ausführung von ausgedehnten

Fernleitungen durch Hochspannungskabel wird die von der A. E. G. gebaute Anlage der County of Durham Electrical Power Distribution Comp. (Nord-England) beschrieben. Verwendet sind dort dreifach verseilte Drehstromkabel, Gesamtlänge 100 km, Betriebsspannung 20000 Volt. Das Kabel wurde vor der Verlegung 15 Min. lang mit 50000 Volt, einzelne Probestücke wurden nach dreimaligem Hin- und Herbiegen um den 12fachen Durchmesser 2 Min. lang mit 80000 Volt geprüft. Die gesamte Strecke wurde nach der Verlegung ½ Stunde mit 40000 Volt sowohl zwischen den einzelnen Phasen als auch zwischen den Phasen und dem Bleimantel geprüft.

Sur le fonctionnement des isolateurs dans les lignes au voisinage de la mer. Von G. Anfossi. (La Lumière electr., 29. Febr. 1908, S. 272). Die Tatsache, daß die Isolierfähigkeit von Isolatoren in der Nähe des Meeres infolge von Salzniederschlägen auf der unteren Seite der Zwischenmäntel mehrmanteliger Glocken bei feuchter Witterung außerordentlich vermindert ist, hat zur Ausbildung von Isolatoren, bestehend aus einem einzigen flachen Mantel und einer langen, geraden Hülse geführt, die durch den Regen selbstätig von den Salzablagerungen gereinigt wird.

Hochspannungs-Schaltanlagen nach dem Schaltwagensystem. (Schweiz. E. T. Z., 21. März 1908, S. 137; 28. März 1908, S. 146.)* Beschreibung der Schaltwagenkonstruktion der A. E. G. und ihrer Vorteile: Vollkommene Spannungslosigkeit nach dem Ausfahren und daher ungefährliches Arbeiten daran, leichte Auswechselbarkeit. Anordnung der Apparate und Instrumente. Gesamtdisposition der Schaltanlagen.

Schutzvorrichtungen für Hochspannungsleitungen. (L'Industrie Electrique, Nr. 390; 25. März 1908, S. 127.) Hinweis auf die bekannten, durch Kommutierung, Kurzschließen und Erden sowie durch Blitzschlag verursachten oszillierenden statischen Störungen und ihre eventuellen Wirkungen: 1. Kurzschluß zwischen den einzelnen Windungen der Endwicklungen, 2. Erdschluß.

Vermeidung der ersten Wirkung durch hinreichende Isolierung oder durch Einschaltung von Reaktionsspulen. Vermeidung von Unfällen durch Erdschluß mittels Erdungsvorrichtungen (Blitzableiter). — Besprechung und Kritik der verschiedenen bekannten Erdungsvorrichtungen.

a) Hörnerblitzableiter (Siemens); langsames Erlöschen des Lichtbogens.

b) Wurts-Erder; große Anzahl Lufträume zwischen Zylinder aus Metall, die die Bildung eines Lichtbogens verhindern. Von Thomas verbessert durch Anordnung eines Widerstandes im Nebenschluß zu einem Teil der Lufträume. Bei zu großer Annäherung des Erders an einen das Potential der Erde besitzenden Gegenstand steigert sich die Spannung in den der Leitung benachbarten Lufträumen derart, daß infolge Ionisierung der Luft das Potential der Leitung allmählich nach dem geerdeten Ende des Blitzableiters hin fortschreitet und schließlich eine Entladung stattfindet. Dies kann durch Anordnung eines Metallschirmes zwischen der Erde und den von ihr am weitesten entfernten Lufträumen vermieden werden.

c) Mehrfacher Erder der General Electric Co. zur Verhütung der Folgen einer hohen Spannung zwischen den Drähten eines Mehrphasenstromkreises. Die auf dem Prinzip von Wurts beruhenden Erder benachbarter Phasen sind in der Mitte durch Widerstände miteinander verbunden.

d) Wassersäulen- und Wasserstrahlerder.

e) Parallelanordnung mehrerer Erder von verschiedenen Lufträumen und Widerständen derart, daß dem kleinsten Luftraum der größte Widerstand entspricht und umgekehrt. Eine Entladung geht durch den Erder mit kleinstem Luftraum; ist der Strom für den entsprechenden großen Widerstand zu stark, so tritt infolge Potentialerhöhung der Erder mit dem nächst größeren Luftraum in Wirkung usw.

f) Verbindung von Hörnerblitzableiter und Schmelzsicherung bietet den denkbar besten Schutz gegen Blitzschlag, besonders bei Parallelschaltung mehrerer Maschinensätze, da die Entladung in der Regel nur durch einen stattfindet.

g) Elektrolytische Blitzableiter. Ein Erder dieser Art beruht darauf, daß Aluminium, in gewisse Elektrolyte eingetaucht, sich mit einer feinen nichtleitenden Schicht bezieht, die bei Spannungen von über 500 Volt durchgeschlagen wird. Bei hohen Spannungen verwendet man Säulen von tellerartigen, mit dem Elektrolyten gefüllten Platten. Bei mehr als 13000 Volt Verbindung mit Hörnerblitzableiter, sonst mit Wurtserder. Bei einem anderen elektrolytischen Erder Bildung eines, infolge Auftretens einer gegenelektromotorischen Kraft rasch verlöschenden Lichtbogens zwischen zwei nahe zum Spiegel einer Flüssigkeit reichenden Elektroden.

h) Schutzdrähte, über und zu beiden Seiten der Leitung gespannt und in gewissen Abständen geerdet, bieten vollkommenen Schutz.

Zum Schlusse ist eine Einrichtung zur Prüfung der Wirksamkeit eines Erders beschrieben.

Fuse Phenomena. (Elect. Enging., 12. März 1908.)* Nach einem Vortrage von Schwarz und James, Inst. Elect. Eng. Die Verfasser machen auf Grund eingehender Versuche Vorschläge über Normalien für Schmelzsicherungen. Es werden die Gesichtspunkte erörtert, welche für die Wahl der Metalle, deren Schmelzpunkt, Überlastbarkeit und die Lichtbogenbildung maßgebend sind. Der Einfluß von Blasmagnetspulen bei offenen Kupferdrahtschmelzsicherungen wird an Hand aufgenommener Oszillogramme erläutert. Der Spannungsabfall in der Sicherung soll 3% bei normaler Stromstärke nicht überschreiten. Der zugrunde gelegte Kurzschlußstrom ist der 33fachen Normalstromstärke der Sicherung gleich. Der Einfluß von Spannung, Kapazität, Induktivität, der Zuleitung, Schutzhüllen, Füllungsmaterial auf die kleinste Länge des Sicherungsdrahtes wird eingehend behandelt. Als Material für die Schutzrohre wird Porzellan, als Füllung feiner Sand empfohlen. Der kritische Zeitraum, innerhalb dessen die Schmelzstromstärke erreicht wird, muß nach bestimmten Normalien festgelegt werden. Die verschiedenen Metalle zeigen diesbezüglich ein sehr verschiedenes Verhalten, offene Kupfersicherungen schmelzen in ¼ des Zeitraumes von eingeschlossenen Zinkdraht. Für die Wahl des Materials und Bemessung des Schmelzdrahtes ist auch die Art des zu erwartenden Kurzschlußstroms maßgebend.

Economical Pressures for Power Transmission by Underground Cables. By J. B. Sparks. (Elect. Enging., 2. April 1908.) Obwohl es möglich ist, Kabel für Spannungen bis 50000 Volt herzustellen, liegt die wirtschaftliche Übertragungsspannung weit niedriger. Verfasser zeigt dies an Hand eines Beispieles einer 50 km Übertragung mittels Kabel, deren Jahresdurchschnittsbelastung (Belastungsfaktor = 0,5) mit 5700 KW angenommen ist. Die Übertragung ge-

schehe mittels zweier Dreifachkabel. Wird als günstigster Leiterquerschnitt 3,5 qcm zugrundegelegt, so entfallen bei 20000 Volt ein, bei 10000 Volt vier, bei 5000 Volt bereits 12 bis 14 Kabel bei einem Wirkungsgrad der Übertragung von 95%. Verfasser berechnet folgende Werte:

Spannung zwischen den Leitern	Querschnitt pro Kabel qcm	Kupferpreis pro Kabel[1]) Mark	Verhältnis der Gesamtkosten zu Kupferkosten	Gesamtkosten des Kabels pro englische Meile in Mark
5000	25	7 570 000	1,3	318 000
10000	6,25	1 890 000	1,5	91 500
20000	1,55	473 000	2,75	41 025
40000	0,39	119 000	10,0	61 020

[1]) M. 210 pro t Kupfer.

Die wirtschaftliche Übertragungsspannung ist 25000 Volt. Für den gegebenen Spannungsverlust (0,1% pro km) erreichen die Kabelkosten für verschiedene Leistungen pro Kabel bei einer bestimmten Spannung ein Minimum. Die Kosten der Energie pro KW.St. am Leitungsende erreichen demgemäß einen Mindestwert, welcher der wirtschaftlichen Spannung entspricht. Für verschiedene Leitungswirkungsgrade sind die Energiekosten am Leitungsende für den gegebenen Fall bei verschiedenen Übertragungsspannungen dargestellt, und das Minimum bei 95% Wirkungsgrad mit 2,5 Pf. bei 25000 Volt ermittelt. (4,2 Pf. im Kraftwerk pro KW.St.) Ersetzt man jedoch die Kabel für das berechnete Beispiel durch zwei Freileitungen, so kann die Übertragungsspannung bis auf 60000 Volt, der Leitungswirkungsgrad auf 98% erhöht werden, wodurch die Kosten pro KW.St. auf 4,5 Pf. herabgesetzt werden. Die Leitungskosten betragen nur 1/5 der Kabelübertragung. Es empfiehlt sich daher, Hochspannungs-Kabelleitungen nur im unmittelbaren Anschluß an Freileitungen anzuordnen, etwa bei Weiterführung im Stadtgebiete. Ein derartiges Beispiel bildet die Fernübertragung Moutiers—Lyon (180 km, hiervon 5 km Kabel).

5. Umformung und Aufspeicherung der elektrischen Energie.

Über Stromstöße beim Einschalten von Induktionsmotoren bei synchron laufendem Motor. Von Dr. L. Fleischmann. (E. u. M., Wien, 19. Jan. 1908, S. 45.) Die Art und Weise, Umformersätze, welche aus einer Gleichstrommaschine und einem Asynchronmotormotor mit Kurzschlußanker bestehen, so anzulassen, daß man den Motor mittels der Gleichstrommaschine auf Synchronismus bringt und dann den Motor an das Wechselstromnetz schaltet, wird einer Betrachtung unterzogen. Es wird dargelegt und durch Oszillogramme bewiesen, daß bei dieser Methode erhebliche Stromstöße auftreten müssen. Zur Vermeidung dieser Stromstöße werden Langsameinschaltevorrichtungen empfohlen.

Weiter wird darauf hingewiesen, daß beim Anlassen von Kurzschlußmotoren mittels Anlaßtransformatoren beim Überschalten ein Abtrennen des Motors vom Netz vermieden werden sollte, da sonst Stromstöße auftreten werden, die sich auch nicht durch Vermehrung der Schaltstufen beseitigen lassen.

Kaskadenumformer. Von Ing. August Bloch. (E. u. M., Wien, 2. Jan. 1908, S. 89.)* Die Veröffentlichung gibt, ohne größere Rechnungen, einen Einblick in die inneren Vorgänge des im Jahre 1902 den Herren O. S. Bragstad und J. L. la Cour patentierten, unter Mitwirkung des Prof. Dr. E. Arnold ausgebildeten Kaskadenumformers. Darauf wird das Anlaßverfahren desselben kurz besprochen. Weiterhin wird die Bauart an Hand von Angaben und Abbildungen eines von der E. A. G. vormals Kolben & Co. für elektrochemische Zwecke gebauten 370 KW-Kaskadenumformers erläutert. Dem Stator dieses Umformers wird Drehstrom von 5000 Volt bei 50 Perioden zugeführt, dem Kollektor Gleichstrom von 3080 Amp. bei 120 Volt entnommen. Der Drehfeldteil und die Gleichstrommaschine sind achtpolig; die Drehzahl beträgt 375 pro Min.; Ausführung mit zwei Lagern.

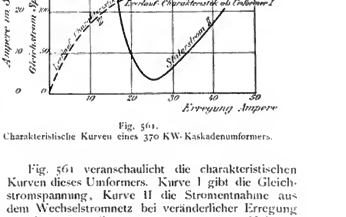


Fig. 561.
Charakteristische Kurven eines 370 KW-Kaskadenumformers.

Fig. 561 veranschaulicht die charakteristischen Kurven dieses Umformers. Kurve I gibt die Gleichstromspannung, Kurve II die Stromentnahme aus dem Wechselstromnetz bei veränderlicher Erregung und konstanter Statorspannung von 5000 Volt an. Kurve III stellt die Leerlaufscharakteristik der Gleichstromdynamo als Motor bei offenem Motorkreise dar.

Es werden Angaben über die Dimensionierung gemacht und daraus gefolgert, daß ein Kaskadenumformer kleiner ausfällt als ein Motorgenerator gleicher Leistung und Drehzahl, desgleichen sollten die Wirkungsgrade wesentlich höhere sein.

Ein Vergleich des Kaskadenumformers mit dem Einankerumformer ergibt zunächst zugunsten des ersteren die Möglichkeit der unmittelbaren Verwendung der Netzspannung, was beim Einankerumformer nur selten der Fall zu sein pflegt. Die Kosten werden als die gleichen bezeichnet für Einankerumformer mit Transformator und für Kaskadenumformer. Die bei höherer Periodenzahl größere Stabilität des Ganges beim letzteren Umformer und die Möglichkeit der Spannungsregulierung in weiten Grenzen ohne Zuhilfenahme von Drosselspulen werden als weitere Vorzüge hingestellt. Erwähnt sei noch das einfachere Anlassen beim Kaskadenumformer, der als asynchroner Motor anläuft, während dies beim Einankerumformer mittels Anwurfmotor oder von der Gleichstromseite aus erfolgen muß.

Herausgegeben von Professor Dr.-Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN
CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BIHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. HETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KOTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; L. C. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; Ob.-Ingenieur der Straßenbahn Hannover; SPANGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **14. September 1908.** **Heft 26.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 35 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36 maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Die elektrisch betriebene Hauptschachtförderanlage auf Grube Hausham der Oberbayerischen Aktiengesellschaft für Kohlenbergbau in Miesbach. Von Oberingenieur Janzen, Berlin. S. 517.

Das Versaca-Werk. Von Ingenieur S. Herzog. (Schluß.) S. 523.

Kleine Nachrichten. S. 529. Notbarmachung elektrischer Triebkraft: Anlasser für große Walzenstraßenmotoren. — Beschreibung ausgeführter oder geplanter Bahnanlagen sowie besonderer Systeme: Die zweite gleislose elektrische Omnibuslinie in Österreich. — Allgemeines: Der Niagarafall als Kraftquelle für Hüttenbetriebsapparate. — Geschäftliches: Zuschriften an den Herausgeber: Zuschrift der Porzellanfabrik Hermsdorf, S.-A. — Zuschrift von Dr. G. Benischke.

Aus den Geschäftsberichten. S. 539. Auszug aus dem Geschäftsbericht der Maschinenfabrik Elektrizitätswerke, Mulhausen i. Els.

Neue Bücher. S. 539. — **Zeitschriftenschau.** S. 541.

Die elektrisch betriebene Hauptschachtförderanlage auf Grube Hausham der Oberbayerischen Aktiengesellschaft für Kohlenbergbau in Miesbach.

Von Oberingenieur Janzen, Berlin.

Einleitung.

Im Oktober 1907 kam auf dem Klenzeschacht der Grube Hausham die von den Siemens-Schuckertwerken erbaute Förderanlage in Betrieb, welche dadurch bemerkenswert ist, daß bei ihr entsprechend dem Urbild der Koepemaschine die Treibscheibe unmittelbar über dem Schacht im Fördergerüst untergebracht ist.

Bestimmend für diese Anordnung waren hauptsächlich die Geländeverhältnisse um den Schacht und die bereits durch die Schachtzimmerung festliegende Schachteinteilung, bei der die Trummiten in der Nord-Südrichtung liegen. Wie aus dem Lageplan der Grubenanlagen (Fig. 562) hervorgeht, ist der Klenzeschacht in unmittelbarer Nähe eines Weges abgeteuft worden. Nördlich vom Schacht steigt das Gelände stark an, während westlich und südlich von demselben sich eine Halde befindet, die als Baugrund für ein Fördermaschinenhaus nicht in Betracht kommen konnte. Zu ebener Erde hätte man eine Koepemaschine nur nördlich des Weges anordnen können, wobei jedoch erhebliche Kosten für Ausschachtungsarbeiten entstanden wären. Östlich vom Schacht konnte die Aufstellung einer Treibscheibenmaschine nicht erfolgen, weil bei dem Trummittenabstand von 2280 mm und der geringen Entfernung, in der die Fördermaschine vom Schacht wegen des nahen Weges hätte aufgestellt werden müssen, die Seilablenkung zu groß geworden wäre. An dieser Stelle wäre allein eine Trommelmaschine mit großem Trommeldurchmesser, bei welcher der Trommelmittenabstand annähernd gleich dem Trummittenabstand gemacht worden wäre, wegen der dadurch erzielten geringeren Seilablenkung möglich gewesen. Von der Beschaffung einer Trommelmaschine mußte man jedoch mit Rücksicht auf die bedeutend höheren Anlagekosten absehen.

Die günstigste Lösung bot also in vorliegendem Falle die Unterbringung der Treibscheibe im Fördergerüst. Diese Anordnung bietet außer dem Vorteil geringerer Anlagekosten infolge Wegfalles eines besonderen Fördermaschinenhauses sowie einer zweiten Seilscheibe eine erhöhte Sicherheit gegen Seilgleiten, da der vom Seil umspannte Bogen um ca. 45° größer wird, als bei der Anordnung der Treibscheibe zu ebener Erde. Ferner kann man den Teufenzeigerantrieb von der Seilscheibe aus bewirken und ihn so von dem etwa doch noch auftretenden Seilgleiten unabhängig machen. Infolge Fortfalles des bei Anordnung der Treibscheibe zu ebener Erde erforderlichen Seiles zwischen Seilscheiben und Treibscheibe werden die Kosten für den Seilersatz geringer, wobei hinzukommt, daß bei Anordnung der Treibscheibe im Fördertum das Seil nur zweimal, bei Anordnung der Treibscheibe zu ebener Erde jedoch dreimal gebogen wird. Der Fortfall einer Seilscheibe und des Seiles zwischen Seilscheiben und Treibscheibe hat ferner zur Folge, daß die zu beschleunigenden und zu verzögernden Massen geringer ausfallen, als bei der Treibscheibe zu ebener Erde.

Daten der Förderanlage.

Die Fördermaschine ist dazu bestimmt, aus einer Teufe von 750 m in 10 St. eff. Förderzeit maximal

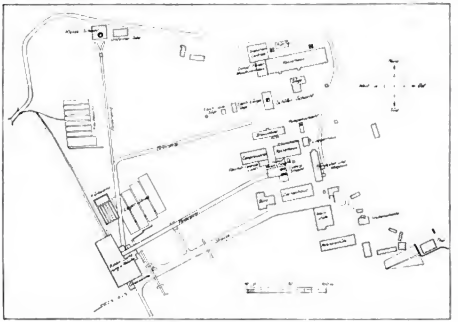


Fig. 562. Lageplan der Grubenanlagen.

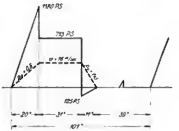


Fig. 563. Leistungsdiagramm.

1000 t Kohlen zutage zu fördern. Außerdem wird die Fördermaschine zur Seilfahrt benutzt. Die Förderung ist zweitrümig mit Unterseil. Die in Frage kommenden Daten sind folgende:

Nutzlast	Kohle	2800 kg
	bzw. Berge	3600 kg
	bzw. Seilfahrt, 24 Mann à 75 kg	1800 kg
Anzahl der Förderwagen pro Schale		4
Anzahl der Etagen pro Schale		2
Gewicht einer Schale einschl. Gehänge		3400 kg
Gewicht eines leeren Wagens		250 kg
Seildurchmesser		42 mm
Seilgewicht pro lfd. m		6,58 kg

Die Seilbelastung bei Lastfahrt ist 12 260 kg, bei Personenfahrt 10 460 kg, so daß sich bei einer Bruchfestigkeit des Seiles von 109 935 kg, entsprechend einer Beanspruchung von 150 kg/qmm, bei Lastfahrt eine

$$\frac{109\,935}{12\,260} = 9 \text{ fache}$$

und bei Seilfahrt eine

$$\frac{109\,935}{10\,460} = 10{,}5 \text{ fache}$$

Bruchsicherheit ergibt. Bei Bergeförderung kann die Nutzlast bis auf maximal 3600 kg pro Zug steigen. In diesem ungünstigen Falle ist die Sicherheit gegen Seilbruch

$$\frac{109\,935}{13\,060} = 8{,}5 \text{ fach.}$$

Pro Stunde werden maximal 100 t Kohle gefördert, so daß die Zügezahl pro Stunde

$$\frac{100\,000}{2800} = 35.7 \text{ ist.}$$

Für jeden Zug stehen demnach

$$\frac{3600}{35.7} = 101 \text{ Sek.}$$

zur Verfügung. Da die Förderwagen von einer Abzugsbühne abgezogen werden, was ca. 39 Sek. beanspricht, so bleiben für die effektive Fahrtzeit 62 Sek. Die Fördergeschwindigkeit beträgt demnach 16 m/Sek., die Anfahrbeschleunigung 0,8 m/Sek.² und die Verzögerung 1,45 m/Sek.². Die gewählte Anfahrbeschleunigung beträgt nur ca. 38 % der maximal zulässigen, so daß die Sicherheit gegen Seilgleiten genügend groß ist. Das der normalen Kohleförderung entsprechende Leistungsdiagramm des Fördermotors ist in Fig. 563 dargestellt. Der Fördermotor ist jedoch so bemessen, daß er vorübergehend auch die maximale Nutzlast von 3600 kg bei Bergeförderung heben kann. Da der Durchmesser der Treibscheibe 4,5 m beträgt, so macht der mit dieser direkt gekuppelte Fördermotor maximal 68 Umdr. pro Minute entsprechend einer Fördergeschwindigkeit von 16 m/Sek.

Kraftwerk.

Die zum Betriebe der Förderanlage erforderliche elektrische Arbeit wird als Drehstrom von 2000 Volt, 50 Perioden im Kraftwerk der Grube erzeugt. In diesem

Fig. 564. Kraftwerk, Ansicht des Turbomaschinensatzes.

befinden sich zwei Zwillingsdampfmaschinen von je 300 PS Leistung, welche mittels Riemen zwei Drehstromgeneratoren von je 225 KVA. antreiben, außerdem ist eine Dampfturbine, System Zoelly, von 800 PS Leistung bei 3000 Umdr. pro Min. vorhanden, die direkt mit einem Generator von 650 KVA. gekuppelt ist. Im Kraftwerk ist ferner Raum für zwei weitere Turbinen vorgesehen. Dampfmaschinen und Turbine sind an eine Zentralkondensation angeschlossen. Turbinen- und Schaltanlage (siehe Fig. 564 und 565) wurden zugleich mit der Förderanlage von den Siemens-Schuckertwerken erstellt. Lieferant der Turbine war die Maschinenbaugesellschaft Nürnberg.

Fig. 565. Kraftwerk, Ansicht der Schaltanlage.

Schwungradumformer.

Ausgleich der Belastungsschwankungen und Stromlieferung für den Fördermotor erfolgt durch einen Schwungradumformer, System Ilgner, in der bekannten und von den Siemens-Schuckertwerken bei einigen 70 Hauptschachtförderanlagen erprobten Anordnung. Die für vorliegenden Fall in Frage kommende Schaltung der Förderanlage ist aus Fig. 566 ersichtlich.

Der Umformer, der in einem besonderen Gebäude in der Nähe des Schachtes untergebracht ist, besteht aus einem Drehstrommotor von 590 PS Leistung, ge-

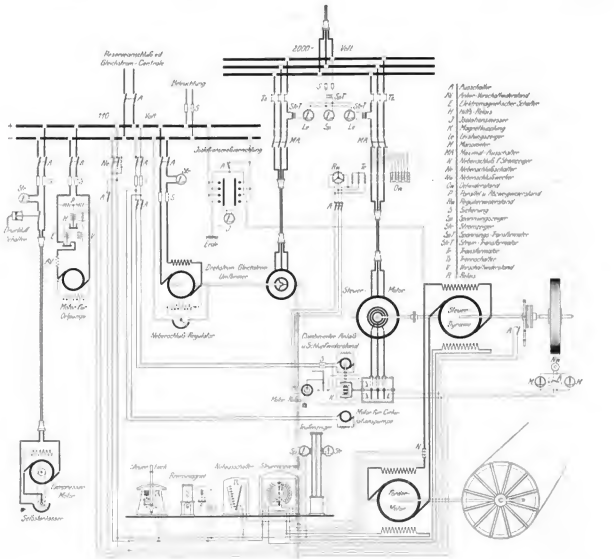


Fig. 566. Schaltungsschema der Förderanlage.

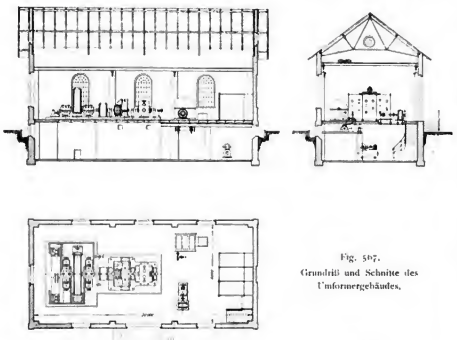


Fig. 567.
Grundriß und Schnitte des Umformergebäudes.

kuppelt mit einer Steuerdynamo mit Fremderregung und Wendepolen. Die Spannung dieser Dynamo ist in den Grenzen 0 bis ± 500 Volt regelbar, während die maximale Stromstärke 2170 Amp. beträgt. Mit dem Umformer ist mittels einer elastischen, bei Stillstand des Maschinensatzes ausrückbaren Stabkuppelung ein Schwungrad von 26 t Gewicht und einem Schwungmoment von 238000 kgm² gekuppelt. Das Schwungrad ist in Öldrucklagern gelagert. Zur Lieferung des Drucköles dienen zwei Ölpumpen, von denen eine mittels Riemen von der Schwungradwelle, die zweite mittels Elektromotor angetrieben wird. Die Drehzahl des Schwungradumformers schwankt zum Zwecke des Belastungsausgleiches zwischen 487 bis 414 Umdr. pro Min. entsprechend einem zusätzlichen Schlupf von 15%. Die Änderung der Drehzahl des Schwungrades bzw. die konstante Arbeitsaufnahme des Drehstrommotors wird bewirkt durch den in die Rotorleitung des Drehstrommotors eingeschalteten Schlupfwiderstand. Dieser ist als Flüssigkeitswiderstand ausgebildet. Die Eintauchtiefe der sichelförmigen Elektroden wird mittelbar durch ein Motorrelais verändert, das durch den Primärstrom des Drehstrommotors beeinflußt wird. Der Schlupfwiderstand arbeitet so genau, daß die Belastung im Kraftwerk durch die Förderanlage bis auf einige Prozent konstant gehalten werden kann. Die Lieferung der Erregerarbeit für Fördermotor und Ankaßdynamo erfolgt durch einen Drehstrom-Gleichstrom-Umformer, dessen Drehstrommotor 41 PS bei 2000 Volt und 980 Umdr. pro Min. leistet. Die Gleichstrommaschine ist eine Doppelschlußdynamo von 26 KW Leistung bei einer Spannung von 110 Volt. Aus Fig. 567 und 568 geht die Aufstellung des Schwungradumformers nebst Zubehör im Umformergebäude hervor.

Förderturm.

Das Fördergerüst, Fig. 569, das ebenso wie die eigentliche Fördermaschine von der Königin Marienhütte, A.-G., Cainsdorf i. S., geliefert wurde, besteht aus vier geneigten, sehr kräftigen Streben, welche bei gleicher Neigung gegen die Horizontale symmetrisch zur Treibscheibe, jedoch unsymmetrisch um den Schacht angeordnet sind, da die Koepescheibenachse um den Trummittenabstand, welcher ungefähr gleich dem Koepescheibenhalbmesser ist, aus dem Schachtmittel gerückt ist. Die Verbindung der Streben erfolgt durch Querbalken in drei Höhenlagen über Rasenhängebank, so daß sich drei Plattformen ergeben, von denen die obere zur Aufnahme der Treibscheibe mit Motor, die mittlere zur Lagerung der Gegenscheibe, die untere zur Aufnahme des Maschinistenstandes dient. Die ganze Höhe des Fördergerüstes beträgt 23000 mm, die der oberen Plattform 15700 mm, die der mittleren 11800 mm und die der unteren 6200 mm über Fußboden. Die einzelnen Etagen sind im Innern des Turmes durch Treppen verbunden. Der ganze Turm ist mit Wellblech umkleidet. Eine äußere Ansicht des Schachtgebäudes gibt Fig. 571, aus der auch die Lage des Umformergebäudes ersichtlich ist.

Fördermaschine.

Die auf der oberen Etage des Turmes untergebrachte Treibscheibe wird durch den auf derselben Welle aufgekeilten Fördermotor angetrieben. Die gemeinsame Welle aus Siemens-Martinstahl ist in drei Ringschmierlagern von 800 mm Höhe gelagert. Die Treibscheibe, die einen Durchmesser von 4,5 m besitzt, ist mit einem Hartholzbelag mit eingedrehter Seilrille versehen und trägt beiderseitig Bremskränze für die kombinierte Manövrier-

Fig. 568. Ansicht des Schwungradumformers

und Sicherheitsbremse. Zur bequemeren Montage ist in der oberen Maschinenkammer ein Handlaufkran von 10000 kg Tragfähigkeit vorgesehen, der im Betrieb zur bequemeren Besichtigung der Lager benutzt werden kann, da er Welle, Treibscheibe und Motoranker auf einmal anzuheben gestattet. Die Spannweite des Kranes beträgt 6 m. Eine Ansicht der oberen Maschinenkammer gibt Fig. 570.

Die Führungsseilscheibe hat ebenfalls 4,5 m Durchm. und besitzt einen gußeisernen Kranz mit Hartholzbelag und eingedrehter Rille. Die Welle aus Siemens-Martinstahl läuft in Ringschmierlagern. Von ihr wird unter Zwischenschaltung einer ca. 6 m langen Welle der Teufenzeiger, der sich auf der unteren Plattform vor dem Führerstand befindet, angetrieben. Die Verlegung des Führerstandes nach der unteren Plattform erfolgte, damit der Maschinist außer dem Teufenzeiger leicht die Seile beobachten kann. Fig. 572 bis 574 geben genaue Auskunft über den Seillauf, die Anordnung der Bremsen und den Führerstand. Zur

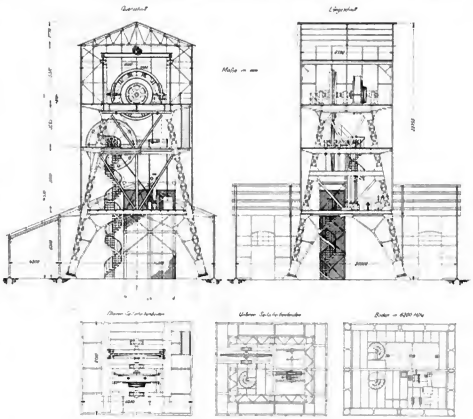


Fig. 569. Grundriß und Schnitte des Fördertumes.

Fig. 570. Ansicht des Fördermotors mit Treibscheibe.

näheren Erläuterung sei folgendes bemerkt: Links vor dem Führerstande befindet sich der Druckluftzylinder zur Betätigung der Manövrierbremse, dessen Steuerungsorgan durch den Bremshebel des Steuerbockes betätigt wird. Der Kolben des Druckluftzylinders greift an eine senkrecht nach oben gehende Zugstange an, die mittels eines Hebels eine auf der mittleren Plattform gelagerte Zwischenwelle zu drehen vermag. Der Hebel sitzt lose auf der Zwischenwelle, nimmt sie jedoch, sobald er sich nach abwärts bewegt, durch Anschlagen an eine Stange mit, die drei auf der Zwischenwelle fest verkeilte Hebel verbindet. Durch Drehung der Zwischenwelle werden unter Zwischenschaltung von Hebeln und Zugstangen die zu beiden Seiten der Treibscheibe angeordneten Bremsbacken angezogen. Die Sicherheitsbremse wird in ähnlicher Weise durch Einfallen eines Fallgewichtes, das lose um die Zwischenwelle drehbar ist, betätigt. Das Fallgewicht wird normalerweise durch den Kolben eines zweiten Druckluftzylinders, der sich

Fig. 571. Ansicht des Schacht- und Umformergebäudes.

rechts vor dem Führerstande befindet, in der Schwebe gehalten. Das Einfallen findet statt, wenn das Steuerungsorgan des Luftzylinders betätigt wird. Dies kann veranlaßt werden:

1. von Hand durch den Maschinisten vermittelst des am Steuerbock angebrachten Sicherheitsbremshebels,

2. durch einen Hubmagnet, der neben dem Druckluftzylinder der Sicherheitsbremse montiert ist, beim Ausbleiben der Erregerspannung,

3. beim Sinken des Luftdruckes durch eine mit dem Fallgewicht verbundene Zugstange, die unter Zwischenschaltung verschiedener Hebel das Steuerungsorgan des Druckluftzylinders betätigt,

4. beim Übertreiben über die Hängebank durch die Endausrückung des Teufenzeigers, der ebenfalls mittelbar das Steuerorgan beeinflußt. Die einzelnen Betätigungen der Sicherheitsbremse sind durch in den Gestängen an geeigneten Stellen angeordnete Langlöcher unabhängig voneinander gemacht.

Zugleich mit dem Einfallen der Sicherheitsbremse erfolgt die Ausschaltung des Erregerstromes der Anlaßdynamo durch einen sog. Notausschalter, wodurch neben der mechanischen eine energische elektrische Bremsung stattfindet. Der Notausschalter ist neben dem Steuerbock aufgestellt.

Die zum Betrieb der Bremsen erforderliche Druckluft von 4 Atm. wird einer auf der Grube vorhandenen Druckluftanlage entnommen. Um jedoch von dieser unabhängig zu sein, ist ein Reservekompressor vorgesehen, der im Keller des Umformerhauses Aufstellung gefunden hat. Der Kompressor ist direkt auf seinen Luftbehälter gesetzt und erfordert eine Motorleistung von 3,5 PS bei 280 Umdr. pro Min. der Kompressorwelle. Der Antrieb erfolgt durch einen ebenfalls auf dem Druckluftbehälter montierten Gleichstrommotor mittels Riemens. Das Anlassen des Motors erfolgt beim Sinken des Luftdruckes automatisch durch einen Druckluftschalter in Verbindung mit einem Selbstanlasser.

Der Steuerapparat für die Erregung der Anlaßdynamo, der vom Steuerbock aus durch den Steuerhebel betätigt wird, ist mit dem den Siemens-Schuckertwerken patentierten am Teufenzeiger angebrachten Sicherheitsapparat verbunden, der die jeweilige Lage des Steuerhebels während des ganzen Hubes vorschreibt und so für jeden Hub denselben Geschwindigkeitsverlauf erzwingt. Er verhütet vollkommen sicher falsche Handhabung der Steuerung, Anfahren in der falschen Richtung, zu schnelles Anfahren und zu spätes Bremsen.

Der Steuerbock besitzt die erprobte Verriegelung der Siemens-Schuckertwerke zwischen Steuer- und Manövrierbremshebel, die ein Anslegen des Steuerhebels bei anliegender Manövrierbremse nur soweit gestattet, daß

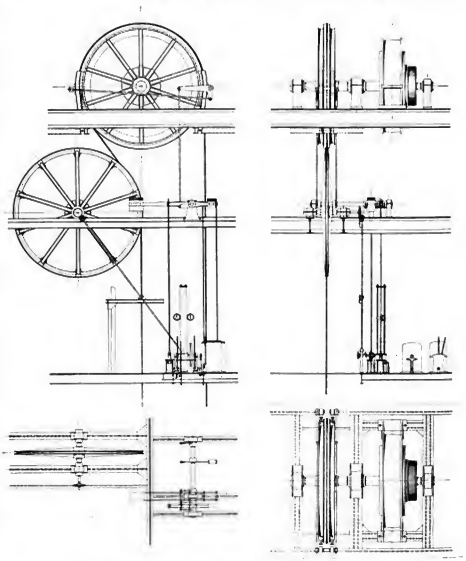


Fig. 572. Anordnung der Treib- und Seilscheibe sowie der Bremsen.

der Fördermotor sein normales, zum Halten der Nutzlast erforderliches Drehmoment hergibt, bei voll ausgelegtem Steuerhebel dagegen ein Anziehen der Manövrierbremse nicht gestattet, wodurch auf sichere Weise der Fördermotor vor unzulässiger Überlastung geschützt wird. Der Ausschlag des Steuerhebels kann bei Seilfahrt durch einen Sperrmagnet auf ein geringeres Maß entsprechend der Seilfahrtsgeschwindigkeit von 10 m/Sek. begrenzt werden. Das Einschalten des Sperrmagneten kann bei Seilfahrt unabhängig von dem Fördermaschinisten ev. auch durch den Anschläger erfolgen.

Die übrigen zum Betrieb der Förderanlage erforderlichen und vom Maschinisten zu beobachtenden Apparate als ein registrierendes Tachometer, System Karlik, eine elektrische Signalanlage, sowie ein Stromzeiger für den Förderstrom und ein Spannungszeiger für den Erregerstrom sind in übersichtlicher Weise vor dem Führerstand untergebracht. Eine Ansicht des Führerstandes gibt Fig. 575.

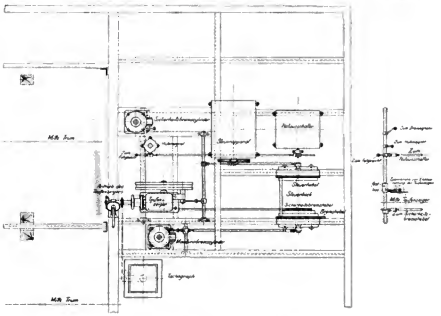


Fig. 574. Grundriß des Führerstandes.

Die im vorstehenden beschriebene Förderanlage beweist, daß es bei besonderen Verhältnissen weder in mechanischer noch elektrischer Beziehung Schwierigkeiten bereitet, eine Treibscheibenmaschine abweichend von der sonst üblichen Anordnung zu ebener Erde direkt über dem Schachtmundloch im Fördergerüst unterzubringen, daß diese Anordnung vielmehr gegenüber der üblichen noch einige besondere Vorteile bietet, die die an und für sich schon große Betriebssicherheit elektrischer Fördermaschinen noch vergrößern.

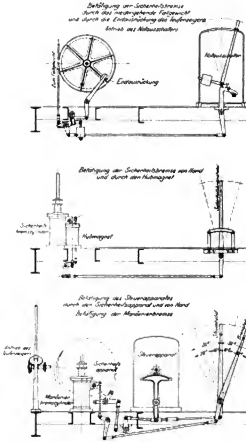


Fig. 573. Betätigung der einzelnen Apparate vom Führerstande aus.

Das Verzasca-Werk.

Von Ingenieur **S. Herzog.** (Schluß.)

Die Hochspannungsleitungen werden in das oberste Stockwerk des Umformerwerkes Massagno, Fig. 578 und 579, eingeführt. Vor der Einführung sind im Freien Hörnerschalter System Sprecher & Schuh eingebaut. Die Einführung der Leitungen in das Umformerwerk erfolgt mittels Glasröhren, Fig. 580. Hinter den Einführungen sind in Zellen untergebrachte Wurtzsche Blitzableiter, Fig. 577, so angeschlossen, daß sie durch Leitungsschließer einzeln abgetrennt werden können. In den Zellen oberhalb der Blitzschutzapparate befinden sich Leitungsschließer, mittels welcher beide Fernleitungslinien zusammengeschaltet werden können.

Von den Blitzschutzapparaten führen die Leitungen hinunter in das erste Stockwerk zu den Schaltern (Fig. 584). In diesem Stockwerk befinden sich die Sekundärschaltfelder (3600 Volt), von welchen die Leitungen wieder in das oberste Stockwerk hinaufführen, woselbst auch die 3600 Volt-Blitzschutzapparate (Fig. 576) untergebracht sind. Diese Blitzschutzapparate besitzen Kohlenvorschaltwiderstände und sind ausschaltbar. Auch diese Blitzschutzapparate sind mittels darüber eingebauter Leitungsschließer abschaltbar. Die Ausführungen der abgehenden 3600 Volt-Leitungen (Fig. 580), welche aus 8 mm-Drähten bestehen, haben die gleiche Form wie die früher erwähnten Ausführungen der 25000 Volt-Leitungen.

Im zweiten Stockwerk befinden sich die Sammelschienensysteme für 25000 Volt und für 3600 Volt. Diese Zellen stehen mit den Transformatoren durch Leitungen in Verbindung, in welche die Sammelschienenschalter eingebaut sind, während in die Verbindungsleitungen zwischen den Sammelschienen und den Fernleitungen ebenfalls Hochspannungsschalter eingebaut wurden. Die

Fig. 575. Ansicht des Führerstandes.
Zum Aufsatz über: »Die elektrisch betriebene Hauptschachtförderanlage auf Grube Hausham der Oberbayerischen Aktiengesellschaft für Kohlenbergbau in Miesbach«.

Sammelschienen sind in horizontale durchlaufende Zellen eingebaut, von welchen die Verbindungsleitungen durch vertikale Zellen abgeführt werden. Die Unterteilung der Sammelschienen ist in gleicher Weise ebenso wie im Kraftwerk durchgeführt worden.

Der Beleuchtungsstrom für das Umformerunterwerk wird von einem im gleichen Stockwerke aufgestellten 6 KW-Transformator geliefert, welcher die Spannung von 3600 Volt auf 2 × 120 Volt herabsetzt.

Das erste Stockwerk bildet den Schaltraum für beide Hochspannungen. Die Schaltapparate der Primär- und Sekundärseite der Transformatoren, Fig. 581, 582 u. 585 sind in mit Blechtüren vollständig abgeschlossenen Zellengruppen eingebaut. In jeder Zellengruppe befindet sich oben ein Leitungsunterbrecher, welcher erst dann bedient werden kann, wenn der Strom durch den Ölschalter ausgeschaltet worden ist. Der Leitungsunterbrecher ist mit der Türverriegelung und diese mit dem Ölschalter derart zwangläufig verbunden, daß der Schalter nicht früher geschlossen werden kann, bevor die Türe geschlossen ist. Der unter dem dreipoligen Leitungsunterbrecher befindliche Ölschalter wird durch Maximalrelais selbsttätig bedient. Doch kann der Schalter auch mittels eines Handhebels von außenher eingeschaltet und mittels Zugknopf geöffnet werden.

Unter dem Ölschalter sind die Stromwandler untergebracht. Oberhalb des vorgenannten Handhebels sind das Relais und drei Stromzeiger angebracht. Im gleichen Stockwerk befinden sich neben den Schaltzellen die Zellen für den Erdschlußprüfer und den Wasserstrahlerder (Fig. 586). Im untersten Stockwerke des Umformerwerkes befinden sich drei Oerlikon-Transformatoren von je 850 KVA. für 23900/3730 Volt Leistung, welche Wasserkühlung be-

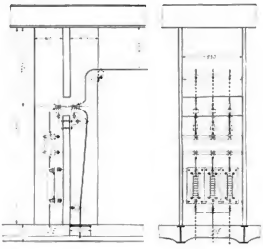


Fig. 576. Feld für die Wurtzschen Blitzableiter der abgehenden Leitungen. Maßstab 1 : 50.

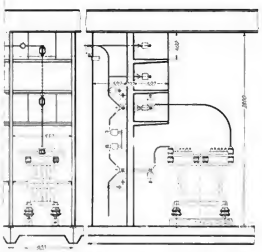


Fig. 577. Feld für die Wurtzschen Blitzableiter der ankommenden Leitungen. Maßstab 1 : 50.

A—A = Grundriß des Hilfsschaltraumes.
B—B = Grundriß des Schaltraumes.
C—C = Grundriß des Schalthausraumes.
D—D = Grundriß des Transformatorenraumes.
E—E = Vorderansicht der Hochspannungszelle für 25 000 Volt.
F—F = Vorderansicht der Hochspannungszelle für 25 000 Volt.
G—G = Schnitt durch das Transformatorenwerk.

Maßstab 1 : 200.

Fig. 528.
Transformatorenwerk Massagno.

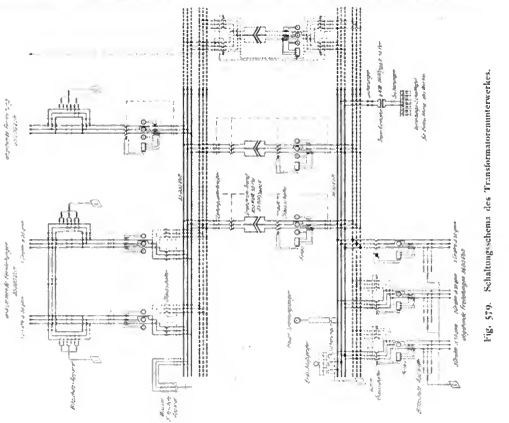


Fig. 579. Schaltungsschema des Transformatorenunterwerkes.

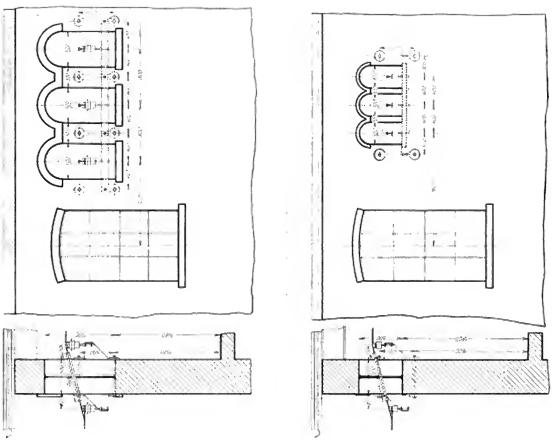


Fig. 580. Ein- und Ausführungen der Hochspannungsleitungen für 25000 Volt und 3600 Volt. Maßstab 1 : 50.

sitzen. Das Kühlwasser wird der städtischen Wasserleitung entnommen. Die Transformatoren sind mit akustischem Signal ausgerüstet, welches ertönt, wenn die Erwärmung der Transformatoren eine gewisse oberste Grenze übersteigt. Von Massagno führen die beiden 3600 Volt-Leitungen nach der etwa 2 km entfernten Stadt Lugano und münden in die Ringleitung der Stadt an drei verschiedenen Stellen ein. Diese Ringleitung ist teils als oberirdisch auf Gestängen verlegte Leitung, teils als unterirdisch verlegte Kabelleitung ausgeführt. Auch die Ab-

Fig. 581. Schaltzelle der 25 000 Volt-Hochspannungsseite.

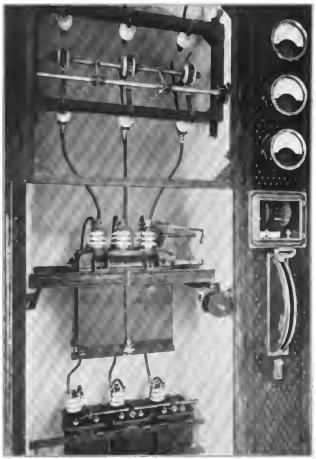
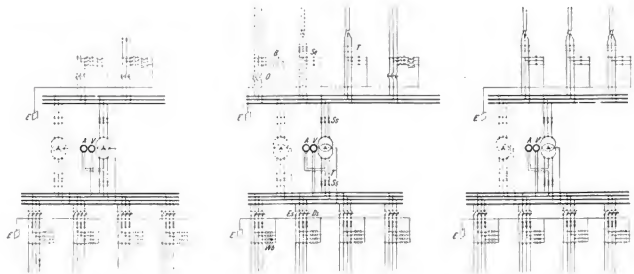


Fig. 582. Schaltzelle der 3600 Volt-Hochspannungsseite.



A = Stromzeiger.
B = Ausschaltbarer Blitzschutzapparat mit Erdung.
D = Drosselspule.
D_3 = Dreipoliger Schalter.
E_2 = Einpoliger Schalter.
Sr = Spannungssicherung mit Erdung.
Ss = Schalsicherung.
V = Spannungszeiger.
WF = Wattenblitzschutzapparat.
T = Trennschalter.

Fig. 583. Schaltungsschemata der Transformatorenbuden. Maßstab 1 : 100.

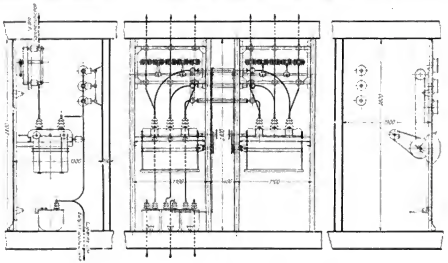


Fig. 584. Hochspannungsfeld der ankommenden Leitungen.

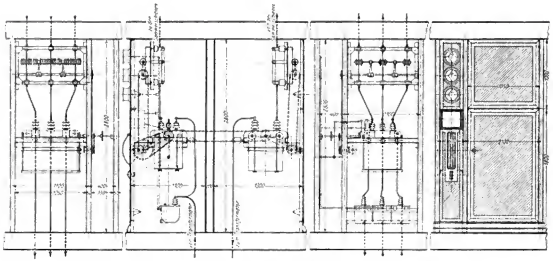


Fig. 585. Schaltzellen der 25 000 Volt und 3000 Volt-Hochspannungsseite. Maßstab 1 : 50.

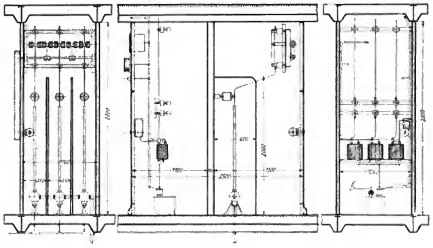


Fig. 586. Feld der Erdschlußprüfer und Wasserstrahlerder. Maßstab 1 : 50.

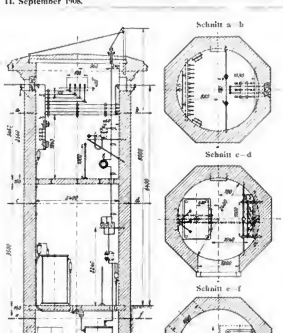


Fig. 587. Schnitt durch eine Transformatorenbude.
Maßstab 1 : 100.

zweigungen von der Ringleitung zu den einzelnen Transformatorenbuden sind teils oberirdisch teils unterirdisch verlegt. Die Transformatorenbuden zeigen die übliche Einrichtung von denen im ganzen derzeit 14 (Fig. 583, 587 und 588) vorgesehen sind, zwölf zur Aufnahme von zwei 100 KVA.-Transformatoren, zwei zur Aufnahme von zwei 50 KVA.-Transformatoren.

Fig. 588. Äußeres einer Transformatorenbude in Lugano.

Die Verteilung in der Stadt erfolgt mit 3×120 Volt mittels oberirdischer Verteilungsleitung.

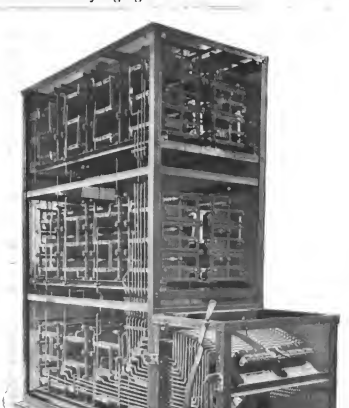


Fig. 589. Anlasser für Walzenstraßenmotoren der Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke.

Kleine Nachrichten.

Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft.

Anlasser für große Walzenstraßenmotoren. Die Konstruktion von geeigneten Anlassern für Walzenstraßenmotoren hat insofern ihre Schwierigkeiten, weil es sich hier meist um große Stromstärken handelt. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit großer Kontaktflächen und umfangreicher Widerstände. Fig. 589 zeigt eine von den Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerken, Frankfurt a. M., für solche Zwecke konstruierte Anlassertype, die sich durch einige bemerkenswerte Einzelheiten auszeichnet.

Die Kontaktbahn ist bei diesem Anlasser zweiteilig ausgeführt. Hierdurch wird einerseits die Wahrscheinlichkeit eines sicheren Kontaktes eine größere, und anderseits der etwa eintretende unsichere Kontakt an einem Teilstück der beweglichen Kontakte für die Gesamtwirkung bedeutungsloser. Aus der zweiteiligen Ausführung der Kontaktbahn ergibt sich naturgemäß auch eine zweiteilige Ausführung des Widerstandes, die übrigens in der Abbildung deutlich erkennbar ist.

Die beiden Hälften des Widerstandes sind durch die doppelte Kontaktbahn stets parallel geschaltet, nur bei der ersten Kontaktstufe ist das Kontaktsegment der einen Kontaktbahnhälfte breiter als das andere. Auf diese Weise wird erreicht, daß die mit dem Bedienungs-

hebel verbundenen beweglichen Kontakte zunächst nur auf der einen Hälfte der Kontaktbahn den Stromkreis schließen und deshalb nur die eine Hälfte des Widerstandes einschalten. Infolgedessen ist der Stromstoß auf das Netz nicht unzulässig groß, sondern erreicht nur ca. $^1/_4$ der normalen Betriebsstromstärke des Motors. Bei Weiterbewegung berühren die beweglichen Kontakte auch den ersten Kontakt der anderen Hälfte der Kontaktbahn, wodurch beide Widerstandshälften parallel geschaltet werden. Der Strom steigt dabei auf das Doppelte des Anfangsstromes. Es wird also durch die Verbreiterung des Anfangskontaktes der einen Kontaktbahnhälfte eine weitere Stufe hinzugewonnen, ohne daß eine Vergrößerung der gesamten Kontaktzahl erforderlich ist.

Die übrigen Stufen sind so berechnet, daß die normale Betriebsstromstärke des Motors nicht überschritten wird. Dabei ist natürlich vorausgesetzt, daß das Einschalten mit der genügenden Langsamkeit erfolgt. Um nun die Zeit des Einschaltens von der Willkür des Bedienenden möglichst unabhängig zu machen, ist der Schalthebel für zwangsweise Langsamschaltung eingerichtet. Die Konstruktion ist ähnlich der in Heft 1, 1907, der Elektr. Kraftbetr. u. Bahnen beschriebenen Klinkvorrichtung, natürlich in entsprechend vergrößertem Maßstabe. Der in der Abbildung deutlich erkennbare Bedienungshebel muß zur Erreichung der nächsten Kontaktstufe eine volle Hin- und Rückbewegung machen, so daß sich ein unzulässig schnelles Anlassen von selbst verbietet. Die bewegten Kontakte sind Rollenkontakte und sind durch ein Gegengewicht ausbalanciert, so daß die Bewegung des Bedienungshebels nicht schwer fällt.

Da die Rollenkontakte nur einen vorübergehenden Kontakt bilden sollen, ist ein Kurzschlußkontakt vorgesehen, der in Tätigkeit tritt, sobald die letzte Stufe der Kontaktbahn erreicht ist.

Der Bedienungshebel mit der Klinkvorrichtung ist so eingerichtet, daß ein schnelles Ausschalten möglich ist, indem er beim Ausschalten die Rollenkontakte mittels eines Anschlags direkt mitnimmt. Damit beim Ausschalten am letzten Kontakt kein Lichtbogen stehen bleibt, ist für jede Hälfte der Kontaktbahn ein kräftiger Blasmagnet vorgesehen.

Bemerkenswert ist noch die Anordnung der Kontaktbahn. Die Kontakte sind, wie die Abbildung zeigt, in zwei parallelen Kreisbogen angeordnet. Sie sind nur an ihren beiderseitigen Enden auf entsprechend gebogenen Schienen aus Winkeleisen isoliert aufgeschraubt, während sie im übrigen durch Luftzwischenräume voneinander getrennt sind. Hierdurch wird einmal eine gute Abkühlung der Kontakte erreicht, zweitens nach Möglichkeit verhindert, daß sich Schmutz, Schmelzperlen u. dgl. zwischen benachbarte Kontakte setzen und eine leitende Verbindung herstellen.

Die gewählte Anordnung läßt schließlich noch eine sehr übersichtliche und vorteilhafte Gruppierung der Verbindungsdrähte zwischen den Kontakten und den Abteilungen des Widerstandes zu, die bei Betrachtung der Fig. 589 sofort ins Auge fällt.

Der Widerstand selbst ist in bekannter Weise aus einzelnen, aus Gußeisen bestehenden Elementen zusammengesetzt.

Schließlich zeigt die Abbildung, daß Anlasser und Widerstand trotz der erforderlichen großen Abmessungen zu einem kompakten Apparat vereinigt sind, der sich ohne nennenswerte Montagearbeit am Gebrauchsorte aufstellen läßt. Widerstand und Anlasser werden durch allseitige Verkleidung mit durchlochtem Bleche gegen Berührung geschützt, ohne daß dadurch die Luftzirkulation gehindert wird. Die Befestigung der Bleche an dem Winkelrahmen ist derart, daß sie sehr leicht abgenommen werden können, wenn ein Nachsehen des Anlassers oder des Widerstandes erforderlich ist.

Der abgebildete Anlasser dient zum Anlassen eines von den Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerken für die Laminoirs de Thy le Chateau in Charleroi (Walzwerke in Belgien) gelieferten Walzenstraßenmotors von 500 PS Leistung bei 240 Volt Spannung und 200/250 Umdr. pro Min. Die Betriebsstromstärke beträgt also ca. 2000 Amp.

Beschreibung ausgeführter oder geplanter Bahnanlagen sowie besonderer Systeme.

Die zweite gleislose elektrische Omnibuslinie in Österreich. Am 22. Mai d. J. gelangte von der etwa 10 km von Wien entfernten Station Klosterneuburg—Weidling der K. K. St. B. nach dem Orte Weidling eine Oberleitungs-Automobilomnibuslinie, System Ing. Stoll, zur Eröffnung. Das Prinzip der gleislosen Wagen, die Ausweichslung der Trolleys bei Begegnen von Wagen auf der Strecke, die Verlängerung des Zuleitungskabels je nach Bedarf, um ein Ausweichen zu ermöglichen, ist zu bekannt um an dieser Stelle ausführlich besprochen zu werden.

Eigentümer der neuen Linie ist die Gemeinde Weidling, welche den Verkehr der vielen tausend Sommergäste in das reizende Weidlingertal bisher durch einige sehr unmoderne pferdebespannte »Stellwagen« aufrecht erhielt. Die 3,8 km lange Linie wird nunmehr in 14 Min. Fahrzeit bewältigt, wobei erhebliche Steigungen zu überwinden sind.

In kaum vier Monaten war die Linie mit einem Kostenaufwand von K 120000 — worin drei Mercedes-Electriquewagen inbegriffen sind — hergestellt. Die Wagen sind von der Daimler-Motorengesellschaft in Wiener-Neustadt gebaut; im Rauchkupee befindet sich eine aufklappbare Bank, wodurch Platz für Körbe und Gepäck der nach Wien fahrenden Marktleute geschaffen ist.

Verflossenes Jahr gelangten mittels Omnibusbetrieb (Pferdebespannung) 90000 Fahrgäste zur Beförderung, für das heurige Jahr berechnet man für die mit »Stollbus« betriebene Linie eine Frequenz von 130 bis 150000 Personen. Der Fahrpreis für die ganze Strecke (mit 17 bedingten Haltestellen) beträgt 30 h für je eine der drei Zonen 10 h. Die nächste Linie, die im Weichbilde Wiens unter Anwendung desselben Systems zur Ausführung gelangen soll, wird die Verbindung Pötzleinsdorf—Salmannsdorf sein. Gegenwärtig verkehren derartige Wagen in der intern. Ausstellung in Marseille.

Die erste derartige in Österreich geschaffene elektrische gleislose Linie war die von Gmünd Stadt—Gmünd Bahnhof (2,7 km). Interessant sind die Ziffern der mutmaßlichen Frequenz und der tatsächlich erreichten Personentransportzahl. Im Voranschlag waren 24000 Fahrgäste Jahresfrequenz und K 7200 Betriebseinnahmen eingestellt, welche Ziffern als viel zu hoch gegriffen erschienen, da bisher der Pferdeomnibus dreimal täglich zum Bahnhof und fast stets leer fuhr. Nach vierteljähriger Frequenz (16. Juli bis 15. Okt. 1907) waren bereits 34204 Personen befördert, also viel mehr als die berechnete Jahresfrequenz; im ersten Halbjahr 45000 Fahrgäste, und nach neunmonatlichem Betriebe 70000 Passagiere. G. W. K.

Allgemeines.

Der Niagarafall als Kraftquelle für Hühnerbrutapparate. Während der letzten Jahresversammlung des Amerikanischen Geflügelzüchtervereins in Niagara Falls fand eine Ausstellung von elektrischen Brutapparaten

statt, die mit Strom aus den in der Nähe liegenden bekannten Wasserkraftwerken gespeist wurden. Als Heizkörper dienten Glühlampen, die durch Thermostaten reguliert werden, und in Asbest eingebettete Widerstandsgitter. Die Apparate unterscheiden sich namentlich durch die Anordnung der Heizvorrichtung.

»Elektroplan« heißt ein Apparat, der als Heizkörper für die üblichen mit Petroleum geheizten Brutschränke verwendet werden kann. Dadurch werden all die Nachteile der Petroleumfeuerung vermieden und dem Brutapparat werden die Wege für den Hausgebrauch geebnet.

Eine rein elektrotechnische Erfindung ist der »Elektrobator« der schon in seiner äußeren Anordnung von dem eben genannten abweicht. Er ist mit einem Thermostaten ausgerüstet, der die Temperatur bis auf Bruchteile eines Grades genau auf 30° C hält. Ein Kondensator soll das Auftreten von Funken an den Platinkontakten des Regulierwiderstandes verhindern.

Fig. 590. Brutapparat »Elektrohen«.

Der »Elektrohen«, Fig. 590, wurde im Laboratorium der Cypher Brutapparatgesellschaft für den naturgeschichtlichen Unterricht in Schulen und Kindergärten entworfen. Eine Glühlampe liefert die für das Brüten nötige Wärme. Man braucht nur den Apparat, der im ganzen aus einer auf einem Bronzeteller ruhenden Glasglocke besteht, durch eine Leitungsschnur mit einem Steckkontakt für 110 Volt Gleich- oder Wechselstrom zu verbinden, um ihn in Tätigkeit zu setzen. Die Eier liegen rund um die 16kerzige Lampe herum, in einem Nest. Diese Apparate werden sowohl in Wohnzimmern als auch in Schaufenstern sehr gern gesehen und arbeiten Tag und Nacht, ohne die geringste Wartung zu beanspruchen. Durch einen Schieber gelangen die elektrischen« Küken in eine etwa 1 qm große Hürde, die, in einem Schaufenster ausgestellt, die Aufmerksamkeit der Passanten in hohem Maße auf sich zieht.

Auch in wirtschaftlicher Beziehung ist das elektrische Brutgeschäft beachtenswert und wird in Stadt und Land seine Zukunft haben. Die Elektrizitätswerke wissen diese Art von Verbrauchern, die 21 Tage lang täglich während 24 Stunden den gleichen Strom abnehmen, zu schätzen und räumen ihnen denselben Rabatt ein wie den Kraftabonnenten. Frank C. Perkins.

Zuschriften an den Herausgeber.

(Abgedruckt ohne Verantwortlichkeit des Herausgebers.)

In Heft 3 dieses Jahrganges befand sich ein Aufsatz von Herrn Dr. Benischke **„Über das Verhalten von Freileitungsisolatoren“**, worin u. a. vergleichende Abbildungen von Entladungen an Hochspannungsisolatoren mit und ohne bzw. mit nur ganz kurzen Zwischenmänteln enthalten waren. Hierbei wurde einem Zwischenmantel zwischen Dach und Hülse jeder Wert abgesprochen, da er »sowohl die Funkenentladungen als auch dem Lichtbogen einen Stützpunkt bieten könnte, wenn er von schräg einfallendem Regen naß geworden ist«. Wir haben es uns bisher versagt, auf diese Ausführungen einzugehen, da in Fachkreisen über den Nutzen des Zwischenmantels wohl kaum ein Zweifel besteht und weil diese Angelegenheit auf Grund eines zurzeit schwebenden Patentstreites die ordentlichen Gerichte beschäftigt. Das reklamehafte Vorgehen einer in fraglichem Aufsatz miterwähnten Firma und die Erkenntnis, daß der Artikel immerhin zu Mißverständnissen Veranlassung gegeben hat, zwingt uns jedoch noch, ganz kurz Stellung zu diesem Punkte zu nehmen.

Fig. 591.

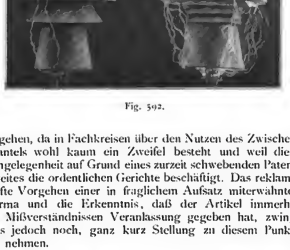


Fig. 592.

Ohne im einzelnen auf die Abbildungen des betr. Aufsatzes, welche augenscheinlich etwas verschieden große Isolatoren, möglicherweise auch unter nicht ganz gleichen Versuchsbedingungen darstellen, näher einzugehen, sei zunächst allgemein darauf hingewiesen, wie wenig Wert im Grunde auf solche photographische Aufnahmen zu legen ist, die hier als Beweise für die ausgeführten Behauptungen dienen sollen, da man es bis zu einem gewissen Grade in der Hand hat, durch geeignete Wahl des Zeitpunktes der photographischen Aufnahme, der Art der Beregnung sowie durch andere Mittel das Bild zu beeinflussen. Beispielsweise zeigt Fig. 591 und 592 ein wesentlich anderes Verhalten der Isolatoren. Dabei sind die Aufnahmen entgegen den oben erwähnten Abbildungen an zwei parallel geschalteten, genau gleichgroßen Isolatoren, und zwar im Freien bei natürlichem Regen aufgenommen, um jede Beeinflussung durch etwa verschiedene Versuchsbedingungen auszuschließen. Die erste bei stärkerem Regen aufgenommene Photographie (Fig. 591) läßt erkennen, daß, wenn die Hülse nicht durch einen Zwischenmantel gegen Benetzung geschützt ist, die Entladungen leicht an der Hülse selbst einen Stützpunkt finden, indem die Entladungen an der nassen Oberfläche entlang gleiten. Bei schwächerem oder senkrecht herabfallendem Regen tritt diese Erscheinung weniger hervor,

vielmehr erfolgen dann, wie Fig. 592 zeigt, Funkenentladungen bei beiden Isolatoren meist direkt durch die Luft. Selbstverständlich tritt unter ungünstigen Bedingungen auch bei der Deltaglocke mit Zwischenmänteln die in den Abbildungen des angeführten Aufsatzes wiedergegebene Funken- bzw. Lichtbogenbildung auf, wenn infolge starker Benetzung der Hülse sich Gleitfunken bilden. Bei einem Isolator ohne Zwischenmäntel ist dies aber noch in erhöhtem Maße der Fall.

Porzellanfabrik Hermsdorf, S.-A.

Erwiderung.

Es ist nicht richtig, daß in meinem Artikel »einem Zwischenmantel jeder Wert abgesprochen wurde«. Die betreffende Stelle lautet: . . . denn er kann sowohl den Funkenentladungen als auch dem Lichtbogen einen Stützpunkt bieten.« Und das ist durch die Fig. 46, 48 und 49 bewiesen. Es ist aber nirgends gesagt, daß dies unter allen Umständen der Fall sein muß. Es kann insbesondere dann nicht sein, wenn, wie bei der ersten obigen Abbildung, die ganze Oberfläche, auch die Unterseite des Daches naß ist und infolgedessen vorwiegend Gleitfunken auftreten, die längs der Oberfläche verlaufen. Dagegen ersehe ich aus der zweiten Abbildung (Fig. 592) ein weiteres Beispiel zu obigem Satz. Denn die linke von den zwei Funkenentladungen am linken Isolator zeigt deutlich eine Verdickung an der Stelle, wo sie am Rand des Zwischenmantels einen Stützpunkt hat.

In meinem Artikel ist keinerlei Vergleich zwischen Konkurrenzfabrikaten ausgesprochen, sondern es sind lediglich die typischen Entladungsformen an verschiedenen Isolatorformen besprochen worden. Daß es noch zahlreiche andere gibt, ist bei der unendlichen Mannigfaltigkeit aller Entladungserscheinungen selbstverständlich. Auf das weitere gehe ich nicht ein, da ja die Tendenz dieser so spät eingegangenen Zuschrift im ersten Absatz deutlich ausgesprochen ist.

Gr. Lichterfelde, 2. Sept. 1908.

Dr. G. Benischke.

Aus den Geschäftsberichten.

Auszug aus dem Geschäftsbericht der Mülhauser Elektrizitätswerke, Mülhausen i. Els., für die Zeit vom 1. April 1907 bis 31. März 1908. Die Entwicklung der Werke während des letzten Geschäftsjahres war wiederum eine erfreuliche. Eine besondere Bedeutung gewann dasselbe dadurch, daß sich am 1. März der Tag der Betriebseröffnung der Werke zum 20. Male jährte. Aus diesem Anlaß sei hier noch ein kurzer Überblick über die Entwicklung der Werke gegeben.

Im Jahre 1888 wurde von der Firma Siemens & Halske das Werk mit zwei liegenden Verbund-Armingtonmaschinen von je 80 PS eröffnet. Nach Verlauf von etwa zwei Jahren wurde dann noch eine kleine Batterie aufgestellt.

Die beiden liegenden Maschinen von 80 PS wurden im Jahre 1890 ausgewechselt gegen zwei stehende Verbundmaschinen von je 150 PS und gleichzeitig noch zwei weitere kleine Batterien aufgestellt. Eine dritte Maschine von gleicher Leistung trat im Jahre 1894 hinzu.

Im gleichen Jahre wurde die Trambahn eröffnet, welche ihren Strom von dem Werke entnahm und machten sich schließlich die Aufstellung einer besonderen Maschine hierfür und gleichzeitig hiermit in den Jahren 1898 und 1899 umfangreiche bauliche Veränderungen im Kraftwerk nötig. Es wurde außer der Maschine für die Trambahn von 300 PS noch eine fünfte Maschine von gleicher Leistung aufgestellt und die drei kleinen Batterien durch eine Lichtbatterie von 216 KW und eine Pufferbatterie für den Bahnbetrieb von 110 KW Leistung ersetzt.

Im Jahre 1899 ging das Werk durch Kauf von der Akt.-Ges. Siemens & Halske an eine neu gegründete Gesellschaft über, welche sich »Mülhauser Elektrizitätswerke Akt.-Ges.« nannte.

Mit der Zeit hatte sich das Werk derartig entwickelt, daß eine weitere Vergrößerung vorgenommen werden mußte, und da eine solche im alten Werk nicht mehr möglich war, so wurde an der Baslerstraße-Dampfmühlenweg, am Rhein-Rhone-Kanal, im Jahre 1903 ein neues Kraftwerk erbaut, in welchem zwei liegende Verbundmaschinen mit Drehstromgeneratoren von je 1200 PS, zwei Drehstrom-Gleichstromumformer von 250 PS und eine Batterie von 162 KW Leistung aufgestellt wurden. Gleichzeitig wurde in dem alten Kraftwerk ein Unterwerk mit zwei Umformern von je 520 PS und einen solchen von 300 PS errichtet. Bereits im Jahre 1905 machte sich eine Erweiterung des neuen Werkes nötig, und gelangte eine Dampfturbine, System Zoelly, von 2500 PS Leistung zur Aufstellung. Eine Dampfturbine von gleicher Größe trat im Jahre 1906 hinzu und außerdem ein Umformer von 500 PS Leistung.

Im Jahre 1906 wurden die Werke von der Stadt Mülhausen käuflich erworben.

Im letzten Geschäftsjahr wurde im November noch ein dritter Turbogenerator von gleicher Größe wie die vorher aufgestellten, und in dem alten Kraftwerk ein Umformer von 1040 PS Leistung in Betrieb genommen.

Hiermit hat die Maschinenleistung der Werke 11000 PS erreicht, während die Batterien eine Leistungsfähigkeit von rd. 650 PS besitzen.

Die Länge des Leitungsnetzes wuchs im Geschäftsjahre von 212,31 km auf 261,53 km, wovon auf das Gleichstromnetz 70,11 km Kabel, auf das Niederspannungs-Drehstromnetz 33,14 km Kabel und 19,20 km Freileitung, auf das Hochspannungsnetz 76,79 km Kabel und 62,09 km Freileitung entfallen.

Der Anschlußwert, ausgedrückt in 16kerzigen Normallampen, erhöhte sich von 133620 auf 186045 Lampen. Die verkaufte Strommenge erreichte den Betrag von 9832724 KW.St. gegenüber 6210488 KW.St. im gleichen Zeitraum des Vorjahres.

Die Anzahl der Konsumenten erhöhte sich von 1446 auf 1908, und die der angeschlossenen Zähler von 1800 auf 2346.

Zu Anfang des Geschäftsjahres waren 60 Transformatoren mit einer Leistung von 2629 K.V.A. und am Ende desselben 113 Transformatoren mit einer Gesamtleistung von 8177 K.V.A. vorhanden.

Die Einnahmen des Jahres betragen M.	1229396,44
Die Betriebsausgaben . . . . . »	546533,20
Es verbleibt somit ein Betriebsüberschuß von . . . . . M.	682863,24

Diesem Überschuß wurden zunächst M. 270774,44 entnommen zur Verzinsung des Anlagekapitals.

Sodann wurden M. 25000,— auf Grund des Vertrages der Stadt mit der vorhergehenden Besitzerin der Werke an die Stadtkasse abgeführt. Ferner M. 750,— an die Stadtgemeinde Müllheim.

Der verbleibende Saldo von M. 386338,80 ist für Abschreibungen und Einlagen in den Erneuerungsfond und in einen neu zu bildenden Reservefond verwendet worden.

Neue Bücher.

Allgemeine Eisenbahnkunde für Studium und Praxis. Vierter Teil. Die Bewirtschaftung und Verwaltung der Eisenbahnen. Von R. Schultz-Niborn, Geh. Regierungsrat a. D. VI und 146 Seiten gr. 8° mit fünf Textabbildungen und drei Tafeln. Leipzig 1908, Verlag von Otto Spamer. Preis geh. M. 3,50.

Die beiden ersten Teile dieses Handbuches, die Anlage und Bau, Ausrüstung und Betrieb der Eisenbahnen betreffen und von Professor Troske verfaßt sind, konnten wir an dieser Stelle bereits besprechen[1]). Der dritte Teil, die Zahn-, Seil- und Stadtbahnen behandelnd, wird voraussichtlich Ende des Jahres erscheinen.

Der Titel des vorliegenden Heftes deckt sich insofern nicht ganz mit dem Inhalt, als der Betriebsdienst einschließlich der Fahrplanbildung, die im zweiten Teil nicht behandelt wurden, hier nachgeholt sind.

Der Herr Verfasser hat es verstanden, in verhältnismäßig knapper Form ein vollständiges Bild der Verwaltung und Bewirtschaftung der Eisenbahnen zu geben. Hierbei ist auch das Verhältnis der Eisenbahnverwaltung zu den übrigen Staatsverwaltungen gebührend berücksichtigt.

Man wird es dabei als angemessen erachten, daß die Verhältnisse der preußischen Staats-Eisenbahnverwaltung, welche die größte Eisenbahnverwaltung der Welt ist und der der Herr Verfasser lange Jahre hindurch selbst angehört hat, in erster Linie berücksichtigt worden sind.

Das Buch ist gut geeignet zur allgemeinen Einführung in das schwierige und wichtige Wirtschaftsgebiet zu dienen, und bildet eine willkommene Ergänzung zu dem technischen Teil des Gesamtwerks. Schimpff.

Seydels Führer durch die elektrotechnische und elektrochemische Literatur. 10. verbesserte Auflage. Derselbe verzeichnet die neuesten und wichtigsten älteren Erscheinungen der Elektrizitätslehre und der Elektrotechnik, der Starkstromtechnik (elektrische Beleuchtung, Kraftübertragung usw.), der Schwachstromtechnik (Telegraphie, Fernsprechwesen, drahtlose Telegraphie usw.), der Elektrochemie, Elektrometallurgie und verwandter Gebiete.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

5. Umformung und Aufspeicherung der elektrischen Energie.

Some Developments in Synchronous Converters. By Charles W. Stone. (The Elect. Magazine, Vol IX, Nr. 3. März 1908.) In den Vereinigten Staaten waren im Jahre 1897 an Einankerumformern weniger als 1000 KW in Betrieb, die größte Maschine dieser Art leistete 500 KW. Im Jahre 1907 waren 100 000 KW installiert bei einer größten Maschinenleistung von 2000 KW. Die Periodenzahl ist vorwiegend 25, doch sind seit kurzer Zeit Einankerumformer als Bahnmaschinen in Betrieb bis zu 1500 KW Leistung und 600 Volt Gleichstromspannung, deren Periodenzahl 60 beträgt.

Neuere Bauart von Einankerumformern mit senkrechter, feststehender Welle. Querschnitt und Ansicht einer solchen Maschine für 2000 KW Leistung. Die Vorzüge dieser Anordnung gehen aus folgender Gegenüberstellung für zwei 2000 KW-Maschinen hervor.

Anordnung der Welle	Grundfläche	Gewicht in t
wagerecht	4,83 × 6,10 qm	84,5
senkrecht	Kreis von 4,62 m Durchmesser	59,0

Spannungsregulierung. Beim Einankerumformer verschiebt bekanntlich das Regulieren mit dem Nebenschlußregler die Phase des zugeführten Stromes. Als Mittel zur Spannungsregulierung ohne Veränderung des Leistungsfaktors werden angegeben:

1. Anzapfung des zum Einankerumformer gehörenden Transformators auf der Oberspannungsseite oder auf der Unterspannungsseite, so daß man mit Hilfe verschiedener Schalter die Drehstromspannung verändern kann. Die Nachteile liegen im hohen Preis (Olschalter oder Niederspannungsschalter für große Ströme) und in der sprungweisen Regulierung.

2. Üblicher ist es, besonders bei Bahnmaschinen, in die Verbindungsleitungen von Transformator und Umformer einen induktiven Widerstand zu schalten, was einen künstlichen Spannungsabfall zur Folge hat. Diese einfache und wirksame Regulierung ist nur in engen Grenzen möglich.

3. Am gebräuchlichsten ist die Einschaltung eines Induktionsreglers zwischen Transformator und Umformer, wodurch man die Spannung auf jede beliebige Größe einstellen kann. Der Induktionsregler ist teuer und beansprucht viel Platz.

4. Verwendung einer Drehstrom-Zusatzmaschine (booster) gleicher Polzahl auf der Welle des Einankerumformers. Je nach der Stärke der Erregung der Zusatzmaschine setzt sich die von ihr erzeugte Spannung zu der dem Einankerumformer aufgedrückten Klemmenspannung hinzu oder vermindert diese Klemmenspannung. Der Anker dieser Zusatzmaschine ist gewöhnlich zwischen den Schleifringen und dem Anker des Umformers. Hauptnachteile: zweite Maschine, Mehrbelastung der Welle, unvollkommenere Lüftung und verminderte Zugänglichkeit des Hauptankers. Besser ist die Anordnung des Zusatzgenerators auf der Welle des Umformers außerhalb des Lagers auf der Drehstromseite. Der Strom fließt vom Transformator in den feststehenden Anker des Zusatzgenerators, dessen Magnetsystem umläuft und dann über die Schleifringe des Einankerumformers in dessen Anker. Ein großer Vorteil dieser Anordnung besteht darin, daß man solche Zusatzmaschinen mit Einankerumformern normaler Ausführung kuppeln kann.

5. Die von J. L. Woodbridge vorgeschlagene Spannungsregelung beruht auf der Abhängigkeit des Übersetzungsverhältnisses zwischen Drehstrom- und Gleichstromspannung von der Polbreite. Jeder Pol wird in drei nebeneinanderstehende Pole aufgelöst, deren jeder außer mit der normalen Erregerwicklung noch mit einer besonderen Wicklung zum Regulieren versehen wird. Die eigentlichen Erregerwicklungen werden in der gewöhnlichen Weise errregt. Dagegen sind alle außenliegenden Regulierwicklungen und ebenso die inneren Regulierwicklungen je für sich hintereinander geschaltet. Die erzeugte Gleichstromspannung wird erhöht durch Erregung der äußeren Regulierwindungen in dem Sinne, daß sie die Haupterregung unterstützen, während die mittleren Regulierwindungen dem Felde entgegenwirken. Bei Umkehr

[1]) E. K. u. B. 1907, S. 617.

der Stromrichtungen in allen Regulierwindungen wird die erzeugte Gleichstromspannung geschwächt. $\cos\varphi$ ist bei derartig ausgeführten Maschinen bei allen Belastungen und Spannungen unveränderlich.

6. J. L. Burnham löst die Pole nur in zwei ungleiche Pole auf; auf den größeren wird die gewöhnliche Erregerwicklung und auf den kleineren die Regulierwicklung aufgebracht. Durch Stromumkehr in der letzteren läßt sich die Spannung erhöhen oder erniedrigen.

Zur Erzielung einer wirksamen Dämpfung werden Kupferstangen in die Polspitzen gelegt und außerhalb der Pole durch schwere Kupferringe so verbunden, daß ein Käfig ähnlich dem Käfiganker eines Induktionsmotors entsteht.

Die den Einankerumformern vorgeschalteten Transformatoren werden im allgemeinen in Dreieck geschaltet.

The Berry Series Transformer Switch for Saving Light Load Losses. (Elect. Enging., 6. Febr. 1908.) Um bei Lichttransformatoren die ständigen Arbeitsverluste herabzusetzen, hat Berry eine Schaltung angegeben. Dieselbe besteht in der Anordnung eines Hilfstransformators von geringerer Leistung, in Hintereinanderschaltung mit dem Haupttransformator, derart, daß bei geringen Belastungen der Hilfstransformator die Stromlieferung für das Sekundärnetz übernimmt und selbsttätig ausgeschaltet wird, sobald die Belastung einen bestimmten Grenzwert überschreitet. Bei einer derartigen Anordnung für 2000/200 Volt hat der Haupttransformator eine Leistung von 100 KW, der Hilfstransformator von 10 KW. In

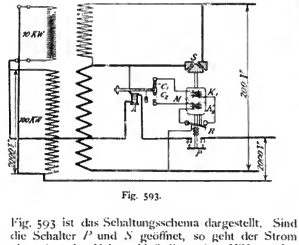


Fig. 593.

Fig. 593 ist das Schaltungsschema dargestellt. Sind die Schalter P und S geöffnet, so geht der Strom über den, im Nebenschluß liegenden Hilfstransformator, so daß bei Leerlauf nur der Magnetisierungsstrom des kleinen Transformatoren zu leisten ist. Übersteigt die Belastung eine bestimmte Grenze, so wird mit Hilfe des Solenoidrelais A der Hebelarm C_2 niedergedrückt, die Spule K_2 magnetisiert, so daß der bewegliche Anker derselben gehoben wird, hierbei die Schalter P und S schließt und gleichzeitig den Hilfstransformator kurzschließt. Der Hebel K dient dazu, um den Stromkreis der Spulen K_1 bzw. K_2 zu unterbrechen, sobald die Schalter P, S geschlossen sind, so daß nur während des Schaltvorganges ein kräftiger Strom durch den Apparat fließt. Die Schalter sind an einer besonderen Schalttafel angeordnet, während Relais und Sicherungen an einer anderen Tafel angebracht sind. Es soll mit dieser Anordnung möglich sein, den Tageswirkungsgrad von 70% auf 90% zu erhöhen; auch die Regulierung wird zufolge der geringeren Kupferverluste verbessert. Der von der British Electr. Transformator Co. in Hayes hergestellte Apparat ist bereits in einer Anzahl größerer Kraftwerke (u. a. Hammersmith, Newcastle etc.) in Verwendung.

A New Single Phase Railway Motor. Nach einem Vortrag von Alexanderson, Am. I. of E. E. (Elect. Enging., 20. Febr. 1908.)* Der beschriebene Motor bildet die Vereinigung eines Reihenschluß- und Repulsionsmotors. An Stelle der üblichen Kompensationswicklung besitzt der Stator eine induzierende Wicklung, während die Erregerwicklung den, symetrisch gegen die Ankerbürsten angeordneten Teil der Statorwicklung bildet. Die induzierende Statorwicklung hat die doppelte Windungszahl wie die Ankerwicklung, entwickelt daher das doppelte Drehmoment beim Anlassen. Der Motor läuft bei kurzgeschlossenem Anker als Repulsionsmotor mit halber Stromstärke (und voller Spannung) am Stator an, wobei Feld und induzierende Wicklung dauernd in Reihe geschaltet bleiben, der Anker sich jedoch nur beim Lauf mit der Erregerwicklung in reiner Hintereinanderschaltung befindet, so daß die Stromstärken dann gleich groß sind. Schema der Anlaß- und Laufstellung sind in Fig. 594 ersichtlich. Für Bahn-

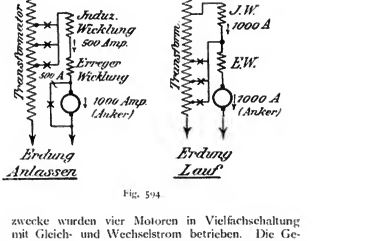


Fig. 594.

zwecke wurden vier Motoren in Vielfachschaltung mit Gleich- und Wechselstrom betrieben. Die Geschwindigkeit wird durch Änderung der Spannung am Transformator bzw. Reihenparallelschaltung geändert. Der Leistungsfaktor ist der gleiche wie bei gewöhnlichen Reihenschlußmotoren, die Periodenzahl kann jedoch höher gewählt werden, für praktische Zwecke genügen meist 25 Perioden. Als Vorzüge im Vergleich mit dem Reihenschlußmotor werden vom Verfasser genannt: 1. Gute Stromwendung bei allen Geschwindigkeiten, auch ohne Gebrauch von Widerstandsverbindungen am Kollektor. 2. Größere Leistungsfähigkeit. 3. Höhere Zugkraft bei vermehrter Polzahl. 4. Größeres Anlaßdrehmoment. 5. Einfacherer mechanischer Aufbau.

Artificial Load for Testing Electrical Generator. (Elect. Enging., 19. März 1908.)* Vortrag von Moreom und Morris vor dem Inst. Elect. Eng. Die Bemessung von Wasserwiderständen zur künstlichen

Belastung von Generatoren hängt wesentlich von der Reinheit des Wassers infolge der beständigen Lösung der Metallelektroden und anderer Verunreinigungen ab. Die Elektrodenentfernung und Lage der Gefäßwände beeinflußt ebenfalls den Spannungsabfall pro Kubikeinheit Wasserinhalt und soll derselbe 600 Volt pro engl. Fuß nicht überschreiten. Die maximale Stromdichte soll 0,15 Amp. pro qcm bei Eisenelektroden mit Rücksicht auf deren Lebensdauer nicht überschreiten. Behälter aus Holz sind wohl schwierig dicht zu halten, jedoch für geringe Belastungen besser geeignet als Metallgefäße, für letztere ist Gußeisen am vorteilhaftesten. Widerstände für Spannungen von 1000 bis 6000 Volt müssen gegen Erde gut isoliert werden, es empfiehlt sich die Verwendung von glasierten Ziegeln mit Gummieinlagen. Die geringste Entfernung der Elektroden soll nicht unter 75 mm betragen. Metallwiderstände für Niederspannungen sind am besten aus Gußeisenstreifen von 12 mm Breite in Zickzackanordnung herzustellen, doch darf die Stromdichte mit Rücksicht auf deren Lebensdauer gewisse Grenzen nicht überschreiten. Wasserwiderstände werden vorteilhaft mit Drosselspulen mit hoher Eisendichte zur Erzielung induktiver Belastungen kombiniert. Die Spulen können mit Eisendraht bewickelt werden für Spannungen bis 2000 Volt, müssen jedoch durch ein System von Kühlrohren hinreichend gekühlt werden. Es kann hierbei eine Phasenverschiebung von 89° erreicht werden.

Gruppe compensateur des laminoirs de Sandviken. Von A. Allen. (La Lumière electr., 21. März 1908, S. 365 bis 370.) Beschreibung einer von der Gesellschaft Oerlikon, Zürich, errichteten Ausgleichsgruppe, um die heftigen Stöße eines Walzwerkes auf ein Drehstromnetz zu mildern. Die Gruppe besteht aus einem Synchronmotor bzw. Generator, direkt gekuppelt mit einer Gleichstromdynamo und einer kleineren Zusatzmaschine. An die Außenklemmen letzterer beiden Dynamos ist mittels Umschalters eine Akkumulatorenbatterie, bestehend aus 228 Elementen von 1400 Amp.St. angeschlossen. Die Regelung erfolgt durch die Zusatzmaschine in der Weise, daß ihre Spannung unter Zwischenschaltung einer kleinen Hilfsdynamo in ihrem Erregerkreis mittels eines durch eine Art Leistungszeiger betätigten Thury-Regulators selbsttätig in den erforderlichen Grenzen verändert wird. — Registrier-Schaulinien des Verbrauchs der Motoren und der Belastung der Generatoren zeigen den fast völligen Belastungsausgleich, der von der Größe des jeweiligen Leistungsfaktors ganz unabhängig ist.

Eine einfache Rückarbeitungsmethode. Von Prof. Alfred Kolben, Brünn. (E. u. M., Wien, 12. Jan. 1908, S. 25.) Der Verfasser geht aus von der unter dem Namen Hopkinson-Rückarbeitungsmethode bekannten Schaltung zur künstlichen Belastung und raschen, angenäherten Wirkungsgradbestimmung von Gleichstrommaschinen und gibt eine neue Anwendung bzw. Erweiterung an. Die neue Schaltung ermöglicht eine künstliche Vollbelastung, bei nur einer Maschine vorausgesetzt, daß es sich um Schleifen-Parallelwicklung und eine Polzahl von vier oder einem Vielfachen von vier handelt. Es wird dies durch verschiedene Erregung der Pole erreicht, so daß eine Ankerhälfte zur Motorseite, die andere zur Generatorseite wird. Die neue Anordnung bietet gegenüber der alten besonders den Vorteil, daß eben nur eine Maschine erforderlich ist, also mechanische Vorbereitungsarbeiten, als Kupplung oder Riementrieb entfallen, ferner daß die Arbeitsquelle nur halb so groß zu sein braucht. Für Maschinen mit Äquipotentialverbindungen ist die neue Methode nur beschränkt verwendbar, für Reihen- oder Reihenparallelwicklung im Anker kommt sie nicht in Betracht.

6. Wirtschaftliche Untersuchungen.

Untersuchung des 200 PS-Dieselmotors mit Schwungraddynamo in der elektrischen Zentrale der L. v. Rollschen Eisenwerke, Gießerei Bern. (Schweiz. Bauz., Band 51, Nr. 5, 1. Febr. 1908.)* Ausführliche Mitteilung der Versuche über Brennstoff- und Kühlwasserverbrauch an einem 200 PS-Dieselmotor von Gebrüder Sulzer, der mit einem Drehstromgenerator von Brown, Boveri & Co. von 480 Amp., 200 Volt, 50 Perioden, $n = 187$, $\cos \varphi = 0{,}8$ bzw. 200 Volt, 390 Amp., $\cos \varphi = 1$ zusammengebaut ist. Es wurde gefunden:

Belastung:		max.	1/1	3/4	1/2	1/4—1/5
Brennstoffverbrauch	f. d. PSe./St. gr	189,0	188,0	196,0	221,0	338,0
	f. d. KW St. a. Schaltbrett gr	281,0	280,0	297,0	350,0	642,0
Brennstoffkosten	f. d. PSe /St. Cts.	1,59	1,58	1,65	1,86	2,84
	f. d. KW.St. Cts.	2,36	2,35	2,51	2,94	5,39
Kühlwasser	Zufußtemp. °C	8,0	8,5	8,5	8,0	8,5
	Abflußtemp. °C	52,0	48,0	50,0	50,0	53,0
	f. d. PSe./St. l	12,3	12,8	13,6	18,8	28,3
	f. d. KW.St. l	18,3	19,2	20,8	30,8	53,6

Brennstoffkosten für 100 kg, franko Bern, Frs. 8,40. Als Brennstoff wurden verwendet Rückstände aus Galizischem Rohpetrol von spez. Gewicht 0,87 und einem Heizwerte von 10020 Cal. Entzündungspunkt des Rohproduktes rund 160° C. Der Maschinensatz war ein Jahr im Betriebe.

Power Equipment for the small Factory. By Percival Robert Moses. (The Engineering Magazine, Nr. 6, März 1908, S. 901.) Besprechung der maschinellen Ausrüstung kleiner Fabrikkraftwerke bis zu drei Maschineneinheiten und einer Gesamtleistung zwischen 100 und 300 PS. Feststellung des Verhältnisses von Maschinenleistung zum Anschlußwert der Motoren (0,3 bis 0,8). Wahl des Systems.

Erzeugungskosten von 12400 KW.St. im Jahr.

System der Kraftmaschinen	Preis des Brennstoffs Kohle M/t Öl M/bl	Gesamte Erzeugungskosten einer KW.St. in Pf. Ohne Heizung	Mit Heizung
1. Dampfmaschinenanlage ohne Kondensation, Brennstoff Kohle.	8,30	14,0	10,40
	12,40	15,8	11,50
	16,60	16,9	11,80
	20,70	18,6	12,70
2. Dampfmaschinenanlage ohne Kondensation, Brennstoff Öl.	1,39	13,6	10,00
	2,08	15,7	11,40
	2,78	17,8	12,60
	3,33	19,50	13,70
	4,16	22,00	15,30
3. Sauggasanlage . . .	8,30	13,00	10,80
	12,40	14,80	11,20
	16,60	16,00	11,60
	20,70	17,30	12,00
4. Dieselmotorenanlage. .	1,39	12,80	9,90
	2,08	14,00	10,40
	2,78	15,40	11,00
	3,33	16,40	11,40
	4,16	17,90	12,00

In vorstehender Tabelle sind 310 Betriebstage zu je zehn Stunden, eine Anlagegröße von 75 bis 90 KW und eine durchschnittliche Tagesbelastung von 40 bis 50 KW angenommen. Die Grundfläche des zu heizenden Gebäudes beträgt etwa 25 × 38 qm, bei etwa 21 m Höhe. Die Tabelle zeigt, wie vorteilhaft die Gasmaschinen arbeiten.

Anlagekosten für 1 KW.

	M. für 1 KW der ganzen Anlage
Kessel einschl. Montage und Einmauerung:	
1. Flammrohrkessel	69—76
2. Wasserrohrkessel	67—85
Dampfmaschinen:	
1. Einzylindermaschinen für unmittelbaren Antrieb, hohe Drehzahl	85—105
2. Einzylindermaschinen, für Riemenantrieb, kleine Drehzahl	105—126
3. Verbundmaschinen mit Kondensation, für Riemenantrieb, kleine Drehzahl	85—105
4. Verbundmaschinen, ohne Kondensation, für unmittelbaren Antrieb, mittlere Drehzahl .	118—147
Gasmaschinen	210—250
Dieselmaschinen	315—360
Gaserzeugungsanlagen.	63—85
Dynamomaschinen:	
Für Riemenantrieb	50—63
Für Kupplung mit schnellaufenden Kraftmaschinen	55—67
Für Kupplung mit langsamlaufenden Kraftmaschinen (Corliss)	67—84
Schalttafel.	20—40
Fundamente	20—40
Zubehör zur Dampfanlage, wie Speisewasservorwärmer, Olabscheider, Auspuffhaube, Behälter usw.	85—125

Flammrohrkessel bis 150 PS und Dampfspannungen unter 9 Atm., drüber hinaus Wasserrohrkessel. Vor- und Nachteile der Kondensation, stehender und liegender Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Sauggas- und Druckgasanlagen, Wärmemaschinen für Betrieb mit flüssigen Brennstoffen nach Diesel und nach Hornsby-Akroyd. Letztere unterscheidet sich von der Dieselmaschine durch größere Einfachheit und geringeres Gewicht auf Kosten des Wirkungsgrades.

Wahl des Stromsystems. Bei Gleichstrom 120 Volt vorzuziehen gegenüber der doppelten Spannung. Praktische Angaben über Betriebskontrolle.

B. Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft.

1. Antrieb von Hüttenmaschinen.

Electric Driving at the Motherwell Iron & Steel Works. (Elect. Enging., 27. Febr. 1908.)* Beschreibung eines elektrisch betriebenen Walzwerkes. Das Werk enthält eine 500 PS elektrisch betriebene und zwei dampfbetriebene Walzenstraßen und eine Anzahl kleinerer (bis zu 150 PS) elektrisch betriebener Walzenzüge und Hilfsmaschinen. Der Antrieb der 500 PS Walzenstraße erfolgt durch einen Drehstrom-Induktionsmotor mit Schlupfregelung. Die normale Drehzahl beträgt 150 Umdr. pro Min., die minimale 110 Umdr. pro Min. Der Motor ist mit einem 28 t Schwungrad elastisch gekuppelt, besitzt 20 Pole (Periodenzahl 25), Statorspannung 2000 Volt, Rotorgewicht 7 t. Der Schlupfregler besteht aus einem Flüssigkeitswiderstand, der auch als Anlasser dient, und der automatisch durch einen Hilfsmotor verändert werden kann; hierbei wird der Abstand eines Systems beweglicher Platten vom Boden des Gefäßes und hierdurch der Widerstand der Belastung entsprechend verändert. Das Anlassen geschieht von Hand aus mittels Handrad. Der Hilfsmotor ist an einen kleinen Transformator angeschlossen, dessen Primärseite an das Netz des Hauptmotors angeschlossen ist. Die Hilfsmaschinen werden mittels 400 Volt Induktionsmotoren betrieben. Die Energie wird mittels 11000 Volt Oberleitung von einem Wasserkraftwerk bezogen und in einem, neben dem Walzwerk gelegenen Unterwerk auf die Betriebsspannung gebracht.

3. Antrieb von Werkzeug- und Arbeitsmaschinen, Pumpen, Kompressoren, Ventilatoren etc.

Pompes centrifuges à haute pression. Von A. Bazille. (La Lumière electr., 22. Febr. 1908, S. 240 bis 244.) Verfasser weist im Anschluß an einen kürzlich in derselben Zeitschrift erschienenen Aufsatz darauf hin, daß die ersten Hochdruck-Kreiselpumpen von M. Rateau stammen, der bereits 1898 ein Patent auf mehrstufige Zentrifugalpumpen erhalten hatte. Erworben wurden diese Patente von der Société d'Exploitation des Appareils Rateau, unter deren bisher ausgeführten Hochdruckpumpanlagen besonders hervorzuheben sind: zwei Pumpen zu 550 m Druckhöhe bei einer Fördermenge von 75 bzw. 100 cbm pro Stunde, sowie eine für 334 m Druckhöhe und 250 cbm stündliche Fördermenge. Wirkungsgrad dieser Pumpen 74%. Eine weitere bemerkenswerte Anwendung haben die Pumpen für die Naphthaförderung im Kaukasus gefunden, wobei als Antriebsmotor eine vom Abdampf der Fördermaschinen gespeiste Niederdruckdampfturbine dient. — Der sonst übliche Antrieb mit Dampfturbinen großer Leistung hat bereits den Kohlenverbrauch für die PS, bezogen auf die geförderte Wassermenge, bis auf 1 bis 1,1 kg vermindert.

5. Transportanlagen für Massengüter.

Raumbewegliche Förderer. Von H. v. Hanffstaengel. (Z. d. V. D. I., 25. Jan. 1908, S. 121.)* Anhängung des Lastträgers seitlich oder unterhalb der Kette. Schaukeltransporteur von A. Stotz. Konstruktion von Bourse: Förderwagen, dessen Schale so aufgehängt ist, daß eine vollständige Umdrehung des Wagens stattfinden kann, ohne daß die Schale umschlägt. Umbildung der Maschinenbauanstalt Humbold mit zwei Schienen. Einschienenbecherwerk von Bleichert mit Bechern, die zu beiden Seiten des Laufrades angeordnet sind. Kurvenbewegliches Becherwerk von Humbold: Wagen wie Konstruktion Bousse, Laufbahn aus ⊰-Eisen, wagerechte Kurvenführung durch senkrecht drehbare Druckröllchen, scharfe Knicke durch Wenderäder; großer Abstand der Becher wegen Kurvenbeweglichkeit; besondere Füllvorrichtung erforderlich, die absatzweise arbeitet, Kippvorrichtung auf einen Wagen verschiebbar. — Schaufelförderer von A. Stotz; hauptsächlich für Ziegeleien angewendet; Kettenglieder aus Tempergut mit rechtwinklig sich kreuzenden Achsen; Schienen aus ⊰- und ⊔-Eisen, Ablenkung in der senkrechten Ebene durch Krümmung der Laufbahn, in der wagerechten durch Leiträder; Anordnung in einer Ziegelei.

Herausgegeben von Professor Dr.-Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN — VERLAG MÜNCHEN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN
CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; L. C. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Bela VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **24. September 1908.** **Heft 27.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,80 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Einige amerikanische Erz- und Kohleverladevorrichtungen. Von Eugen Eichel, beratender Ingenieur, Berlin (New York). S. 537.

Zur Theorie der Kabel. Von Leon Lichtenstein. (Schluß.) S. 542.

Über Riffelbildung an Straßenbahnschieeco. Von K. Sieber, Nürnberg. (Schluß.) S. 547.

Kleine Nachrichten. S. 550. Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft: Elektrischer Kipper für Eisenbahnwagen. Beschreibung ausgeführter oder geplanter Bahnanlagen sowie besonderer Systeme: Die elektrische Straßenbahn von Buenos Aires. — Bahnbetrieb und -Unterhaltung. Verkehrswesen: Die Berliner Straßenbahn-Verkehrsnot.

Aus den Geschäftsberichten. S. 553. Geschäftsbericht der Rheinischen Bahn-Gesellschaft zu Düsseldorf für das Jahr 1907.

Neue Bücher. S. 555.

Zeitschriftenschau. S. 555.

Einige amerikanische Erz- und Kohleverladevorrichtungen.

Von **Eugen Eichel**, beratender Ingenieur, Berlin (New York).

Ungeheure Mengen von Eisenerz werden jährlich in den reichen Eisenerzgruben der Staaten Wisconsin, Minnesota und Michigan gewonnen. Sie werden durch eine Flotte von Spezialdampfern mit einer Tragfähigkeit von etwa 12000 t über die großen Binnenseen, über den Oberen See, den Huron-, den Michigan- und den Erie-See, geschickt und von den Häfen des letzteren aus mittels eiserner Spezialfrachtwagen von meist 50 t Tragfähigkeit zu den Hochöfen Pennsylvaniens gesandt. Den größten Anteil am Erz erhält das um Pittsburg herum gelegene Eisenhütten-Industriezentrum.

Eigenartige Verhältnisse begünstigen die amerikanische Industrie. Die reichen Kohlenbecken Pennsylvaniens liefern nicht nur den für die Eisenindustrie in Gestalt von Koks und anderen Kohlensorten notwendigen Brennstoff, sondern auch das Material zum Füllen der Eisenbahnwagen und der Dampfer, welche zu dem Oberen See zurückkehren, um frische Ladungen von Eisenerz aufzunehmen. Auch die westlich der Hafenplätze des Oberen Sees gelegenen reichen, hauptsächlich auf den Ackerbau angewiesenen Länder sind dadurch begünstigt, daß ihre mit den für den Osten bestimmten Naturprodukten, hauptsächlich Vieh, Getreide und Bauholz, gefüllten Güterwagen nicht leer zurückzufahren brauchen, sondern als Transportträger der Kohle dienen, die von Osten herauskommt. Es ergibt sich daher der wechselseitige Austausch: Getreide und Eisenerz vom Westen nach dem Osten und Kohle, Zucker, Kaffee und fertige Fabrikate nach dem Westen. Trotz dieser günstigen Vorbedingungen ist ein wirtschaftlicher Betrieb nur dadurch ermöglicht, daß alle Transportmittel auf große Leistungsfähigkeit mit Bezug auf Handhabung großer Massen und auf Schnelligkeit der notwendigen Umschläge ausgelegt sind.

Erwähnt wurden schon oben die Spezialdampfer mit einer für Binnenschiffahrt so ungeheuren Aufnahmefähigkeit von über 10000 t und die großen eisernen Frachtwagen von 50 t Tragfähigkeit. Einen der Hauptfaktoren des Verkehrs mit solch teuren Betriebsmitteln bilden jedoch die Maschinen, mittels deren der Umschlag der Produkte herbeigeführt wird und die es ermöglicht haben, die Transportkosten von einer Tonne Eisenerz von Duluth am Oberen See nach Conneaut am Erie-See von Doll. 3 (etwa M. 12) auf 60 Cts. (etwa M. 2,40) herabzudrücken.

Auf diesem Gebiet hat der Elektromotor fast ausschließlich alle anderen Betriebsmittel verdrängt. Fast alle neueren Anlagen sind mit elektrischem Betrieb versehen, und ihre Bauart ist durch die Verwendung des Elektromotors derart vereinfacht, ihre Leistungsfähigkeit derart gesteigen und ihr Arbeitsverbrauch, bezogen auf die Fördergewichtseinheit, derart vermindert, wie es ohne die Verwertung eines so beweglichen Kraftmittels wie die Elektrizität gänzlich unmöglich wäre.

Wie bei den schüchternen Anfangsversuchen des Ersatzes von Dampf- und anderen Motoren zum Antrieb von Laufkränen, wobei ein Motor zum Antrieb des ganzen komplizierten Kransystems mit seinem unwirtschaftlichen Seil- und Zahnradübersetzungen verwendet wurde, so geschah auch der Antrieb der älteren Erzverlademaschinen ausschließlich mittels eines großen Elektromotors oder mittels eines Elektromotorpaares, dessen einzelne Motoren der Hälfte der Maximalbeanspruchung entsprachen.

Zwei solcher Brücken zum Entladen des Eisenerzes aus dem Schiff und zum Verteilen dieses Erzes auf einem Lagerplatz zeigt Fig. 595. Der Lagerplatz ist, wie allgemein üblich, dem Hochofen vorgelagert, wobei zwischen Hochofen und Lagerplatzlängskante kleinere Vorratstaschen vorgesehen sind, von denen ein Teil mit Erz, ein anderer mit Koks und ein dritter mit Zuschlagmaterial versehen wird. Von diesen Vorratstaschen aus wird sodann der mittels Schmalspurbahn verfahrene Kübel des Gichtaufzuges gefüllt und der Kübel selbst mittels elektrisch betriebener Seilbahn auf die Gicht befördert und automatisch entleert. Die Verladebrücken dienen zum Vollführen von dreierlei Tätigkeiten: 1. zum Entladen der Schiffe, 2. Verteilen des Erzes auf dem Lagerplatze, 3. Entnehmen des Erzes von dem Lagerplatz und Füllen in die Vorratstaschen zum unmittelbaren Gebrauch des Hochofens. Dementsprechend sind die Brücken als solche fahrbar, und ein Ausleger von ca. 13,8 m Länge bestreicht die Vorratstaschen. Ein zweiter Ausleger von ca. 13 m Länge ist aufgestellt sind. Verladebrücken dieser Art sind in großer Anzahl auf den verschiedenen amerikanischen Hochofenwerken anzutreffen. Die modernere Ausführung unterscheidet sich von der oben beschriebenen dadurch, daß wo irgend angängig Einzelantrieb verwendet und dadurch der Wirkungsgrad sowie die Leistungsfähigkeit und die Beweglichkeit des ganzen Systems verbessert wird. Dies führt vor allem zum Einzelantrieb der Katze, die gewöhnlich gleich zum Transport des Führers ausgebildet ist, der somit ein ganz exaktes Entladen oder Entnehmen von Material ausführen kann.

Eine Anlage, bei welcher dieses Prinzip weitgehende Anwendung gefunden hat, ist die von der Brown Hoisting Machinery Co. in Cleveland, Ohio, gebaute Kohlen-Umschlagsanlage der North Western Fuel Co. in West Superior, Wis. Die Städte Superior und die gegenüber befindliche bedeutende Stadt Duluth sind am äußersten Ende des Oberen Sees gelegen und bilden die wichtigsten amerikanischen Binnenumschlagshäfen für Getreide, Holz, Eisen-

Fig. 595. Erzverladebrücken der Detroit Iron & Steel Co., Delray, Mich.

aufklappbar an die Brücke angeschlossen und erleichtert das Entladen der Schiffe. Die Abbildung zeigt eine der Brücken mit aufgerichtetem Ausleger und den Ausleger der zweiten Brücke in wagrechter Lage. Die Höhe der Brücke beträgt am vorderen Turm ca. 17,7 m und am rückwärtigen Träger ca. 20 m. Das Gesamtgewicht der Brücke einschließlich des Antriebsmechanismus ist ca. 200 t. Die Entnahme des Erzes geschieht mittels mechanischer Schaufeln von normal 5 t Tragfähigkeit. Die Figur zeigt beide Greifer in der geöffneten Stellung: einer schüttet gerade aus. 150 t Erz sollen pro Stunde mittels solcher Brücken, wie sie in den Werken der Detroit Iron & Steel Co. in Delray, Michigan, aufgestellt sind, entladen worden sein. Die einzelnen Geschwindigkeiten sind wie folgt: ca. 60 m pro Min. Hubgeschwindigkeit, 180 bis 240 m pro Min. Katzenfahrgeschwindigkeit, 15 m pro Min. Fahrgeschwindigkeit der ganzen Brücke. Der Antrieb der von der Wellmann-Seaver-Morgan Co. in Cleveland, Ohio, erbauten Brücke geschieht durch zwei je 150 PS 250 Volt General Electric-Gleichstrom-Doppelschlußmotoren mittels Seil- und Zahnradübertragung, die in dem hochangebrachten, in Fig. 595 erkenntlichen Führerhäuschen

erz und Kohlen. Wie früher erwähnt, führen die Dampfer Getreide, Mehl, Holz und Eisenerz nach dem Osten aus und Kohle und Fertigfabrikate für die westlichen Staaten ein. Die Witterungsverhältnisse gestatten die Schiffahrt jedoch nur während ca. fünf Monate pro Jahr, während welcher Periode die Vorräte für die übrige Zeit des Jahres verschickt bzw. aufgestapelt werden müssen. Dies erfordert einerseits größtmögliche Geschwindigkeit während des Ladens und Entladens, anderseits große Vorratsplätze zum Verteilen und Entnehmen der Güter. Der Vorratsplatz der North Western Fuel Co. ist ca. 288 m lang und ca. 136,5 m breit. Seine Aufnahmefähigkeit beträgt ungefähr 600000 t Kohlen. Er ist auf einem in den Oberen See hineingebauten Dock von 172,5 m Breite angeordnet, welches einerseits das Anlegen der größten Dampfer gestattet, anderseits durch vier Gleise an die Hauptbahn angeschlossen ist. Die maschinelle Anlage zum Umschlag der Kohlen besteht, wie aus Fig. 596 und 597 ersichtlich ist, aus:

1. vier Türmen zum Entladen der Kohle aus dem Schiff. Dieselben sind an der rechten Seite der Dockmauer auf Schienen fahrbar angeordnet;

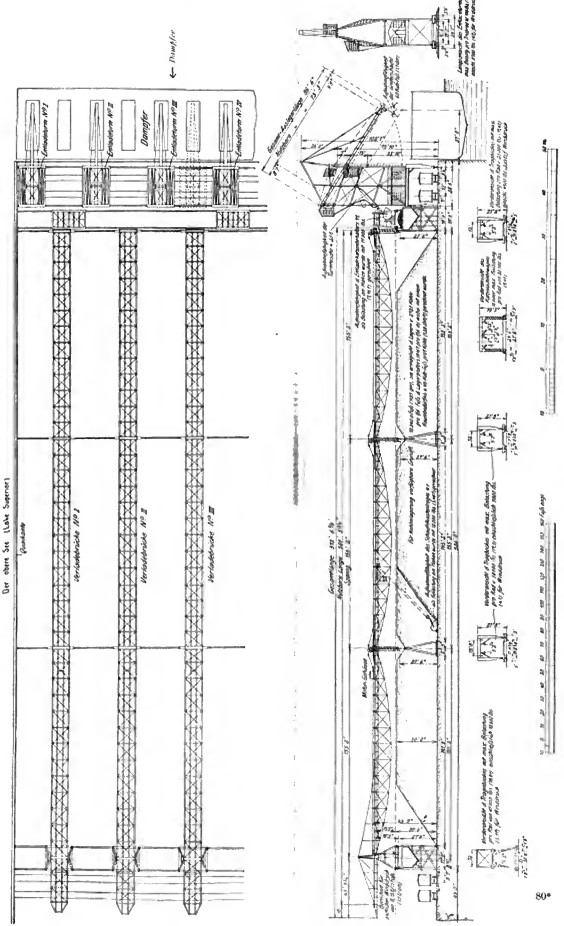


Fig. 596. Kohlenumschlaganlage der North Western Fuel Co., West Superior, Wis.

2. drei Brücken, welche die ganze Breite des Vorratsplatzes bestreichen;

3. zwei Reihen von Vorratstaschen zum Verladen der Kohle in die Eisenbahnwagen.

Die Maschinen werden angetrieben durch 250 Volt General Electric Gleichstrom-Elektromotoren und erhalten ihren Betriebsstrom von einem eigenen Kraftwerk mit drei, durch schnellaufende Dampfmaschinen direkt angetriebenen 250 Volt General Electric-Nebenschlußgeneratoren von je 200 KW Leistung, einer Akkumulatoren-

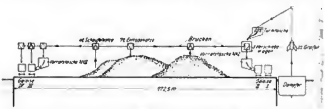


Fig. 597. Schematische Darstellung der Bewegungen auf der Kohlenumschlaganlage der North Western Fuel Co., West Superior, Wis.

batterie mit einer Leistung von 1360 Amp.St. und einer Zusatzmaschine der Western Electric Co. zum Laden der Batterie. Die Akkumulatorenbatterie ist von großem Vorteil, da sie die starken Schwankungen im Kraftverbrauch ausgleicht, Überlastungen der Hauptmaschinen verhindert und gleichzeitig des Nachts bei ruhendem Maschinenbetrieb zur Beleuchtung der ausgedehnten Dockanlagen dient.

Im folgenden seien einige Angaben bezüglich der einzelnen Maschinen und ihrer Antriebe aufgeführt.

Vier Türme (Fig. 598 und 599).

Wie oben erwähnt, werden die Türme ausschließlich zum schnellen Entladen der Schiffe benutzt. Sie sind um ein Bewegen der Schiffe zu vermeiden, fahrbar und ihre Fahrgeschwindigkeit beträgt ca. 1,25 m pro Sek. Der Antrieb erfolgt durch einen offenen 185 PS-Motor mittels Zahnradvorgeleges; derselbe Motor dient gleichzeitig zum Antrieb der Winde, welche die Greifersehaufel mit einer Geschwindigkeit von 6 m pro Sek. hebt und senkt. Ein geschlossener Motor der Straßenbahn, Type G. E. 58, 175 PS, ist vorgesehen, um die Greifersehaufel mit einer Gesehwindigkeit von 6 m pro Sek. in horizontaler Richtung über den einziehbaren Ausleger zu verfahren, und ein geschlossener $7\frac{1}{2}$ PS-Motor dient zum Bewegen eines Schiebers, der die im Turm angeordnete Vorratstasche von 20 t Aufnahmefähigkeit verschließt.

Drei Brücken.

Dieselben dienen zum Verteilen der von den Türmen aus dem Schiff entnommenen Kohlen auf dem Lagerplatz oder zum Entnehmen von Kohlen vom Lagerplatz und Verfrachten in die Bahnwagen. Die Hauptmaße und die Art ihrer Ausführung gehen aus der Zeichnung Fig. 596 hervor. Sie werden von je einem G. E. 57 (50 PS)-Motor mittels doppelter Zahnradübersetzung und durch eine Welle mit Universalgelenken mit 0,75 m pro Sek. Geschwindigkeit angetrieben.

Vier Entladekatzen.

Dieselben sind von der sog. Mann-Type, d. h. sie tragen gleichzeitig den Führer, dem ihre Betätigung obliegt, und sind mit einem Vorratsbehälter von 7 t Tragfähigkeit ausgerüstet. Der Antrieb geschieht mittels eines G. E. 58, (175 PS)-Motors und die Fahrgeschwindigkeit ist 6 bis 7,5 m pro Sek.

Drei Schaufelkatzen.

Diese sind ebenfalls als Mann-Type ausgeführt und tragen eine Winde zum Betätigen eines Schaufeltroges von 4 t Tragfähigkeit. Sie werden von je zwei G. E. 57 (50 PS)-Motoren angetrieben, die der Katze vermöge der Anwendung von Reihenparallelschaltung der Motoren eine Fahrgeschwindigkeit von 6 bis 7,5 m pro Sek. und eine Schaufelhubgeschwindigkeit von 1 m pro Sek. verleihen.

Drei Verschiebewagen.

Diese Wagen dienen als bewegliches Bindeglied der oben erwähnten einzelnen Maschinen und werden nur dazu benutzt, um Vorratskatzen und Schaufelkatzen mit großer Geschwindigkeit und sparsamem Stromverbrauch von einem Turm zu einer Brücke oder umgekehrt oder von einer Brücke zu einer benachbarten Brücke zu verschieben. Ihre Anwendung macht es unnötig, die relativ schweren und langsam beweglichen Türme und Brücken mit ihrem größeren Kraftbedarf zu verfahren, und ermöglicht einen äußerst schnellen und ökonomischen Verkehr über die ganze Länge der Anlage. Der Antrieb der Verschiebewagen erfolgt durch je einen G. E. 58 (150 PS)-Motor und ihre Fahrgeschwindigkeit beträgt 3 m pro Sek.

Fig. 598. Kohlenumschlaganlage der North Western Fuel Co., West Superior, Wis. Im Vordergrund der 168 m lange Frachtdampfer »Augustus B. Wolvin« mit einer Ladefähigkeit von 12000 t Kohle.

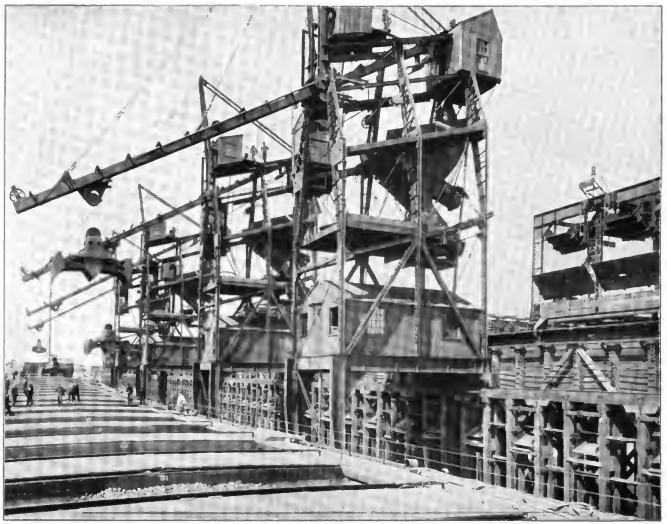


Fig. 599. Entladetürme der Kohlenumschlaganlage der North Western Fuel Co., West Superior, Wis. Im Vordergrunde das Deck des zu entladenden Dampfers, im Hintergrunde rechts, der auf den Vorratstaschen fahrbare Katzenverschiebewagen.

Die Anwendungsgebiete der Einzelmaschinen sowie die Beweglichkeit und die Leistungsfähigkeit des ganzen Systems ergibt sich aus der folgenden Beschreibung der verschiedenen Tätigkeiten der Maschinen, die schematisch in der Fig. 597 zum Ausdruck gebracht sind.

Entladen der Kohle aus dem Schiff und Verteilen auf dem Lagerplatz.

Wie aus Fig. 596 bis 599 ersichtlich, wird die Kohle mittels der Greiferschaufel aus dem Schiff entnommen und in die im Turm angeordnete provisorische Vorratstasche entladen.

Da jeder Greifer etwa 2 t faßt und zweimal pro Minute gehoben und gesenkt werden kann, entspricht die Entnahmefähigkeit der vier Türme einer Gesamtleistung von 16 t Kohle pro Min. Die provisorische Vorratstasche im Turme dient dabei als Ausgleichsbehälter, falls die Geschwindigkeit, mit der die Katzen verfahren werden, kleiner ausfallen sollte als die Fördergeschwindigkeit der Greifer. Anderseits dienen, wie aus Fig. 596 und 599 ersichtlich, in den Verschiebewagen angeordnete Schüttrinnen zur direkten Überleitung der Kohle in die feststehenden Vorratstaschen Nr. 1, aus denen das direkte Verladen in die auf den Gleisen I und II aufgefahrenen Frachtwagen erfolgen kann. Diese Wagen sind im allgemeinen keine offenen Kohletransportwagen, sondern geschlossene Wagen von 30 bis 40 t Tragkraft, wie sie zum geschützten Transport des Getreides aus dem Inneren des Hinterlandes verwendet werden.

Zum Beladen dieser Wagen dienen besondere Verlademaschinen, denen die Kohle aus den Schüttrinnen selbsttätig zufällt. Die Maschinen verstauen die Kohle in die, beiderseits der in der Mitte der Wagen angeordneten Türen befindlichen Räume. Auch diese Verlademaschinen werden mittels Elektromotoren angetrieben und sind infolgedessen sehr beweglich und relativ leicht zu handhaben.

Hinter den Türmen bewegen sich die Verschiebewagen, mittels deren die Vorratskatzen entweder an die Turmentladerinne herangebracht oder vom Turm hinweg zu der Brücke verfahren werden, unter welcher das Entladen der Kohle stattfinden soll. Die Türen der Vorratsbehälter der Türme werden mittels des dazugehörigen Motors geöffnet, der von demselben Führer gesteuert wird, welchem die sonstige Betätigung der Turmmotoren obliegt. Das Verfahren des Verschiebewagens geschieht seitens des die Vorratskatze steuernden Führers. Die folgenden schematisch bezeichneten Betriebsbewegungen sind von Interesse.

Bewegung.

A. Ausladen.

a) Aus dem Schiff entnimmt der Greifer die Kohle und schüttet sie in die Turmtasche aus:

a I) Bewegung a, entladet direkt in die Vorratstasche Nr. I, von der aus die Verfrachtung in die auf Gleisen I und II stehenden Bahnwagen stattfindet.

a II) Bewegung a, schüttet in die Entladekatze aus, die ihrerseits die Brücke befährt und über dem Kohlenvorratsplatz entladet.

a III) Bewegung a, schüttet in die Entladekatze aus, die ihrerseits die Brücke befährt und in die Vorratstasche Nr. II entladet.

a IV) Bewegung a, schüttet in die Entladekatze aus, die ihrerseits die Brücke befährt und in die Bahnwagen auf Gleisen Nr. III und IV entladet.

a V) bis a VIII) dieselben Bewegungen wie a I) bis a IV) mit dem Unterschiede, daß die Verladekatze erst mittels Verschiebewagens zu einer vom Turm entfernt aufgestellten Brücke verfahren wird.

B. Umlagern.

b) Schaufelkatze entnimmt Kohle vom Kohleplatz und fährt auf derselben Brücke bis zu einem entfernteren Platz, wo sie die Kohle wieder ablagert.

b I) Schaufelkatze entnimmt Kohle dem Kohlevorrat und fährt nach links oder rechts und füllt die Kohlenvorratstaschen I oder II.

b II) Schaufelkatze entnimmt Kohle dem Kohlevorrat, fährt über Gleise III und IV und entladet direkt in die Kohlewagen.

b III) Schaufelkatze entnimmt Kohle dem Kohlevorrat, fährt zum Verschiebewagen, im Verschiebewagen zu einer der benachbarten Brücken und entladet unterhalb dieser Brücke ihren Vorrat, entweder 1) und 2) in die Vorratstaschen I oder II oder 3) auf dem Lagerplatz oder 4) und 5) in Bahnwagen auf den Gleisen III oder IV.

Da, wie oben erwähnt, drei Brücken, vier Entladekatzen, drei Schaufelkatzen und drei Verschiebewagen neben den vier Schiffsentladetürmen vorhanden sind, kann ein vollständig ungestörter gleichzeitiger Betrieb der verschiedensten Arten stattfinden, wie er durch das Entladen und die Aufstapelung der verschiedenen Sorten von Anthrazit und Weichkohle wünschenswert ist. Es kann z. B. 1. ein Schiff entladen werden, 2. auf vier Gleisen ein Füllen von Eisenbahnwagen stattfinden und 3. ein Umlagern von Kohle von einer Stelle des Lagerplatzes zur anderen bewerkstelligt werden. Das letztere ist ev. erforderlich, um für das Entladen neu angekommener Kohle einen bestimmten Sorte an einer besonderen Stelle des Lagerplatzes Raum zu schaffen. Dabei kann der Betrieb durch technisch wenig geübte Leute mit großer Geschwindigkeit und guter Wirtschaftlichkeit bezüglich der Ausnutzung des Kraftwerkes vorgenommen werden, da die Stromstöße der verschiedenen Betriebsmotoren sich bei angestrengtem Betriebe zu überlagern pflegen und Stromstöße von 90 % Überlastung der Generatoren, wie sie doch gelegentlich vorkommen, seitens der Akkumulatorenbatterie und des »Serien-Boosters« ausgeglichen werden. Die Beweglichkeit der Betriebseinrichtungen des Lagerplatzes der North Western Fuel Co. war, wie schon eingangs erwähnt, der örtlichen Bedingungen wegen von besonderer Wichtigkeit, weil das Entladen der Kohlendampfer mit großer Geschwindigkeit vorgenommen werden muß, um deren Fülraum zur Einnahme der Eisenerzladung unter Vermeidung jedmöglichsten Zeitverlustes verfügbar zu haben[1]). Anderseits ruht während der für die Schiffahrt toten Saison, also fast sieben Monate lang, der Schiffsentladebetrieb vollständig, dagegen findet während dieser Monate ein sehr reger Umschlag vom Vorratslager zu den Frachtwagen statt, die dem Hinterland die während des Winters benötigte Kohle zuführen. Erwähnt mag noch werden, daß in Verbindung mit dem Lagerplatz eine Kohlensortieranlage vorgesehen ist, die speziell zum Sortieren von Hausbrand-Anthrazitfeuerungsmaterial von Bedeutung ist und die Ausschußkohle liefert, welche als billiges Feuermaterial für den Betrieb der sechs je 150 PS-Flammrohrkessel des Lagerplatzkraftwerkes dient[2]).

Zur Theorie der Kabel.[3])

Von **Leon Lichtenstein.** (Schluß).

7. Dreileiterkabel bei beliebiger Form der Spannungskurve des stromliefernden Dreiphasengenerators.

Wir betrachten wieder ein Drehstromkabel (Fig. 486, Heft 22) und nehmen wie zu Anfang des Abschnittes 4, alle Kabelleiter isoliert an. Der Mantel liegt an Erde. Die Phasenspannungen des Drehstromgenerators mögen jetzt beliebige Kurvenform haben. Der zeitliche Verlauf der Spannung des Leiters (1) gegen Erde sei durch die Formel

$$V_{1t} = E_{1m} \sin(\omega t + \alpha_1) + E_{3m} \sin(3\,\omega t + \alpha_3) + E_{5m} \sin(5\,\omega t + \alpha_5) + E_{7m} \sin(7\,\omega t + \alpha_7) + \ldots \quad (20)$$

gegeben.

Die erste Frage ist nun, wie hängen die Spannungen der übrigen Leiter (2) und (3) gegen Erde von der Zeit ab. Die Antwort gibt uns folgende einfache Überlegung.

Denken wir uns in einem zeitlich unveränderlichen, sonst aber beliebigen magnetischen Felde drei einfache Windungen, die um 120° und 240° gegeneinander geneigt sind und gleichmäßig rotieren. Fig. 600. Durch die Rotation werden in den Windungen wechselnde elektromotorische Kräfte induziert, deren Periodenzahl der sekundlichen Umdrehungszahl gleich ist. Da das Feld nicht homogen ist, so wird die Kurvenform der induzierten Kräfte keine Sinuslinie sein. Die elektromotorische Kraft, die zur Zeit t in der Windung (2) induziert wird, ist gleich der elektrom. Kraft, die in der Windung (1) $\frac{1}{3}$ Umdrehung später auftreten wird. Die elektromotorische Kraft in der Windung (3) zur Zeit t ist gleich der elektromotorischen Kraft in (1) zur Zeit $t + \frac{2}{3} \times$ Dauer einer Umdrehung.

Ist die Periodenzahl des Wechselstromes oder, was dasselbe ist, sekundliche Umdrehungszahl der Windungen gleich ∞, so ist die Dauer einer Umdrehung $\frac{1}{\infty}$ sek. Ist mithin die elektr. Kraft in der Windung (1) durch den Ausdruck (20) gegeben, so finden wir für die elektr. Kräfte in (2) und (3) die Werte

[1]) Der Rekord des Dampfers Wolvin im Erzeinladen beträgt z. B. 12 250 t innerhalb einer Nettoladezeit von nur 1½ Stunden und einer Gesamtliegezeit am Erzverladedock von etwa 3 Stunden.

[2]) Für freundl. Unterstützung bei der Beschaffung der interessanten Anlage und für die Überlassung der Zeichnung und Photographien bin ich der Brown Hoisting Machinery Co. Cleveland O. zu Dank verpflichtet.

[3]) Auszug aus desselben Verfassers Schrift: »Beiträge zur Theorie der Kabel«. (Verlag von R. Oldenbourg in München und Berlin.)

$$V_{2t} = E_{1m}\sin\left[\omega\left(t+\frac{1}{3\infty}\right)+\alpha_1\right]+E_{3m}\sin\left[3\omega\left(t+\frac{1}{3\infty}\right)+\alpha_3\right]+E_{5m}\sin\left[5\omega\left(t+\frac{1}{3\infty}\right)+\alpha_5\right]+\dots$$

$$V_{3t} = E_{1m}\sin\left[\omega\left(t+\frac{2}{3\infty}\right)+\alpha_1\right]+E_{3m}\sin\left[3\omega\left(t+\frac{2}{3\infty}\right)+\alpha_3\right]+E_{5m}\sin\left[5\omega\left(t+\frac{2}{3\infty}\right)+\alpha_5\right]+\dots$$

Da nun

$$\omega = 2\pi\infty$$

ist, so folgt weiter

$$\left.\begin{aligned} V_{2t} = E_{1m}\sin\Big[&\omega t+\frac{2\pi}{3}+\alpha_1\Big]+E_{3m}\sin\Big[3\omega t\\ &+3\frac{2\pi}{3}+\alpha_3\Big]+E_{5m}\sin\Big[5\omega t\\ &+5\frac{2\pi}{3}+\alpha_5\Big]+\dots\end{aligned}\right\}\quad(21)$$

$$\left.\begin{aligned} V_{3t} = E_{1m}\sin\Big[&\omega t+\frac{4\pi}{3}+\alpha_1\Big]+E_{3m}\sin\Big[3\omega t\\ &+3\cdot\frac{4\pi}{3}+\alpha_3\Big]+E_{5m}\sin\Big[5\omega t\\ &+5\cdot\frac{4\pi}{3}+\alpha_5\Big]+\dots\end{aligned}\right\}\quad(21)$$

Diese Formeln geben also den zeitlichen Verlauf der Spannung der Kabelleiter (2) und (3) gegen Erde.

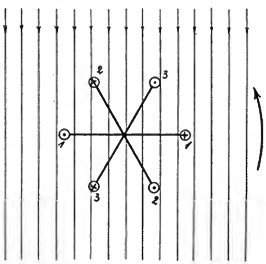


Fig. 600.

Die Momentanwerte der Ladungen sind nach (2):

$$\left.\begin{aligned} Q_{1t} &= \gamma_{11}V_{1t}+\gamma_{12}(V_{2t}+V_{3t})\\ &= \gamma_{11}E_{1m}\sin(\omega t+\alpha_1)+\gamma_{12}\Big[E_{1m}\sin\Big(\omega t\\ &+\frac{2\pi}{3}+\alpha_1\Big)+E_{1m}\sin\Big(\omega t+\frac{4\pi}{3}+\alpha_1\Big)\Big]\\ &+\gamma_{11}E_{3m}\sin(3\omega t+\alpha_3)+\gamma_{12}\Big[E_{3m}\sin\Big(3\omega t\\ &+3\cdot\frac{2\pi}{3}+\alpha_3\Big)+E_{3m}\sin\Big(3\omega t+3\cdot\frac{4\pi}{3}\\ &+\alpha_3\Big)\Big]+\gamma_{11}E_{5m}\sin(5\omega t+\alpha_5)\\ &+\gamma_{12}\Big[E_{5m}\sin\Big(5\omega t+5\cdot\frac{2\pi}{3}+\alpha_5\Big)\\ &+E_{5m}\sin\Big(5\omega t+5\frac{4\pi}{3}+\alpha_5\Big)\Big]+\dots\end{aligned}\right\}\quad(21^{bis})$$

Die einzelnen Glieder dieser Formel sind Ladungen, die sich auf dem Leiter (1) anhäufen würden, wenn die Spannungen entsprechend die Werte

$$V_{1t}^{(1)} = E_{1m}\sin(\omega t+\alpha_1);\quad V_{2t}^{(1)} = E_{1m}\sin\Big(\omega t+\frac{2\pi}{3}+\alpha_1\Big);$$

$$V_{3t}^{(1)} = E_{1m}\sin\Big(\omega t+\frac{4\pi}{3}+\alpha_1\Big);$$

$$V_{1t}^{(3)} = E_{3m}\sin(3\omega t+\alpha_3);\ V_{2t}^{(3)} = E_{3m}\sin\Big(3\omega t+3\frac{2\pi}{3}+\alpha_3\Big);$$

$$V_{3t}^{(3)} = E_{3m}\sin\Big(3\omega t+3\frac{4\pi}{3}+\alpha_3\Big);$$

$$V_{1t}^{(5)} = E_{5m}\sin(5\omega t+\alpha_5);$$

$$V_{2t}^{5} = E_{5m}\sin\Big(5\omega t+5\cdot\frac{2\pi}{3}+\alpha_5\Big);$$

$$V_{3t}^{(5)} = E_{5m}\sin\Big(5\omega t+5\cdot\frac{4\pi}{3}+\alpha_5\Big)$$

etc. hätten.

Bezeichnen wir also die Ladungen, die von einzelnen harmonischen Komponenten der Spannung herrühren, mit

$$Q_{1t}^{(1)};\quad Q_{1t}^{(3)};\quad Q_{1t}^{(5)};\ \dots$$
$$Q_{2t}^{(1)};\quad Q_{2t}^{(3)};\quad Q_{2t}^{(5)};\ \dots$$
$$Q_{3t}^{(1)};\quad Q_{3t}^{(3)};\quad Q_{3t}^{(5)};\ \dots$$

die Ladeströme mit

$$J_{1t}^{(1)};\quad J_{1t}^{(3)};\quad J_{1t}^{(5)};\ \dots.$$
$$J_{2t}^{(1)};\quad J_{2t}^{(3)};\quad J_{2t}^{(5)};\ \dots.$$
$$\dots\dots\dots\dots$$

so ist offenbar

$$Q_{1t} = Q_{1t}^{(1)}+Q_{1t}^{(3)}+Q_{1t}^{(5)}+\dots;$$
$$Q_{2t} = Q_{2t}^{(1)}+Q_{2t}^{(3)}+Q_{2t}^{(5)}+\dots;$$
$$Q_{3t} = Q_{3t}^{(1)}+Q_{3t}^{(3)}+Q_{3t}^{5)}+\dots;$$
$$J_{1t} = J_{1t}^{(1)}+J_{1t}^{(3)}+J_{1t}^{(5)}+\dots;$$
$$J_{2t} = J_{2t}^{(1)}+J_{2t}^{(3)}+J_{2t}^{(5)}+\dots;$$
$$J_{3t} = J_{3t}^{(1)}+J_{3t}^{(3)}+J_{3t}^{(5)}+\dots;$$

Ist also die Spannung durch Superposition einzelner harmonischer Komponenten, deren Frequenzen sich wie $1:3:5:7\dots$ verhalten, entstanden, so findet man den Ladestrom, wenn man die Ladeströme, die zu den einzelnen Komponenten gehören, übereinanderlagert.

Betraehten wir nun die einzelnen Ausdrücke (21bis) etwas näher.

Für $Q_{1t}^{(1)}$ hatten wir bereits den Wert

$$Q_{1t}^{(1)} = (\gamma_{11}-\gamma_{12})E_{1m}\sin(\omega t+\alpha_1)$$

gefunden.

$$\overset{(3)}{Q}_{1f} = \gamma_{11} \cdot E_{3m} \sin(3\omega t + \alpha_3) + \gamma_{12}[E_{5m} \sin(3\omega t + \alpha_3 + 2\pi) + E_{9m} \sin(3\omega t + \alpha_9 + 4\pi)]$$
$$= E_{3m} \sin(3\omega t + \alpha_3)[\gamma_{11} + 2\gamma_{12}] = (\gamma_{11} + 2\gamma_{12}) E_{3m} \sin(3\omega t + \alpha_3).$$

Ebenso finden wir

$$\overset{(9)}{Q}_{1f} = (\gamma_{11} + 2\gamma_{12}) \cdot E_{9m} \sin(9\omega t + \alpha_9)$$
$$\overset{(15)}{Q}_{1f} = (\gamma_{11} + 2\gamma_{12}) \cdot E_{15m} \sin(15\omega t + \alpha_{15})$$

und überhaupt

$$\left.\begin{aligned} \overset{(3n)}{Q}_{1} &= \gamma_{11} \cdot E_{3n,m} \sin(3n\omega t + \alpha_{3n}) + \gamma_{12}\left[E_{5n,m} \sin\left(3n\omega t + 3n \cdot \frac{2\pi}{3} + \alpha_{3n}\right) + E_{7n,m} \sin\left(3n\omega t + 3n \cdot \frac{4\pi}{3} + \alpha_{3n}\right)\right] \\ &= \gamma_{11} \cdot E_{3n,m} \sin(3n\omega t + \alpha_{3n}) + \gamma_{12}[E_{5n,m} \sin(3n\omega t + \alpha_{3n}) + E_{7n,m} \sin(3n\omega t + \alpha_{3n})] \\ &= (\gamma_{11} + 2\gamma_{12}) E_{3n,m} \sin(3n\omega t + \alpha_{3n}). \end{aligned}\right\} \quad (22)$$

Anderseits finden wir

$$\overset{(5)}{Q}_{1f} = \gamma_{11} \cdot E_{5m} \sin(5\omega t + \alpha_5) + \gamma_{12}\left[E_{5m} \sin\left(5\omega t + \frac{10\pi}{3} + \alpha_5\right) + E_{5m} \sin\left(5\omega t + \frac{20\pi}{3} + \alpha_5\right)\right]$$
$$= \gamma_{11} \cdot E_{5m} \sin(5\omega t + \alpha_5) + \gamma_{12}\left[E_{5m} \sin\left(5\omega t + \frac{4\pi}{3} + \alpha_5\right) + E_{5m} \sin\left(5\omega t + \frac{2\pi}{3} + \alpha_5\right)\right]$$

oder wie im Abschnitt 4

$$\overset{(5)}{Q}_{1f} = (\gamma_{11} - \gamma_{12}) E_{5m} \sin(5\omega t + \alpha_5).$$

In gleicher Weise finden wir

$$\overset{(7)}{Q}_{1f} = (\gamma_{11} - \gamma_{12}) E_{7m} \sin(7\omega t + \alpha_7)$$

und überhaupt für

$$n = 3m + 1 \quad \text{oder} \quad n = 3m + 2$$

$$\overset{(n)}{Q}_{1} = \gamma_{11} E_{n,m} \sin(n\omega t + \alpha_1) + \gamma_{12}\left[E_{n,m} \sin\left(n\omega t + n \cdot \frac{2\pi}{3} + \alpha_n\right) + E_{n,m} \sin\left(n\omega t + n \cdot \frac{4\pi}{3} + \alpha_n\right)\right].$$

Nun ist für $n = 3m + 1$;

$$\sin\left(n\omega t + n \cdot \frac{2\pi}{3} + \alpha_n\right) = \sin\left(n\omega t + \frac{3m+1}{3} \cdot 2\pi + \alpha_n\right) = \sin\left(n\omega t + \frac{2\pi}{3} + \alpha_n\right);$$

$$\sin\left(n\omega t + n \cdot \frac{4\pi}{3} + \alpha_n\right) = \sin\left(n\omega t + \frac{3m+1}{3} \cdot 4\pi + \alpha_n\right) = \sin\left(n\omega t + \frac{4\pi}{3} + \alpha_n\right).$$

Für $n = 3m + 2$ ist aber

$$\sin\left(n\omega t + n \cdot \frac{2\pi}{3} + \alpha_n\right) = \sin\left(n\omega t + \frac{3m+2}{3} \cdot 2\pi + \alpha_n\right) = \sin\left(n\omega t + \frac{4\pi}{3} + \alpha_n\right);$$

$$\sin\left(n\omega t + n \cdot \frac{4\pi}{3} + \alpha_n\right) = \sin\left(n\omega t + \frac{3m+2}{3} \cdot 4\pi + \alpha_n\right) = \sin\left(n\omega t + \frac{2\pi}{3} + \alpha_n\right).$$

In beiden Fällen ist also:

$$\overset{(n)}{Q}_{1f} = \gamma_{11} E_{n,m} \sin(n\omega t + \alpha_n) + \gamma_{12}\left[E_{n,m} \sin\left(n\omega t + \frac{2\pi}{3} + \alpha_n\right) + E_{n,m} \sin\left(n\omega t + \frac{4\pi}{3} + \alpha_n\right)\right]$$

oder

$$Q_{1f} = (\gamma_{11} - \gamma_{12}) E_{n,m} \sin(n\omega t + \alpha_n); \quad . \quad . \quad (23)$$

Aus den Formeln (22) und (23) ziehen wir leicht folgenden Schluß.

Die »scheinbare Kapazität« eines Dreileiterkabels (Fig. 600) ist für alle harmonischen Spannungskomponenten, deren Ordnungszahl kein Vielfaches der Zahl 3 ist, gleich der »scheinbaren Kapazität« für die Grundschwingung, oder der Betriebskapazität

$$\gamma = \gamma_{11} - \gamma_{12}.$$

Für die Komponenten, deren Ordnungszahl durch 3 teilbar ist, ist die »scheinbare Kapazität«

$$\gamma' = \gamma_{11} + 2\gamma_{12}.$$

Ist also die Phasenspannung durch die Formel

$$V_{1f} = E_{1m} \sin(\omega t + \alpha_1) + E_{3m} \sin(3\omega t + \alpha_3) + E_{5m} \sin(5\omega t + \alpha_5) + E_{7m} \sin(7\omega t + \alpha_7) + \dots \quad (24)$$

gegeben, so findet man den Ladestrom im Leiter (1) aus der Gleichung

$$\left.\begin{aligned} J_{1f} = {} & 2\pi\omega \cdot \gamma \cdot E_{1m} \cos(\omega t + \alpha_1) + 3 \cdot 2\pi\omega \cdot \gamma' E_{3,m} \cos(3\omega t + \alpha_3) + 5 \cdot 2\pi\omega \cdot \gamma \cdot E_{5,m} \cos(5\omega t + \alpha_5) + 7 \cdot 2\pi\omega\gamma E_{7m} \cos(7\omega t + \alpha_7) + \dots \end{aligned}\right\} \quad (25)$$

Die Ladeströme in den Leitern (2) und (3) sind dem Strome J_1 dem Werte nach gleich und zeitlich um $^1/_3$ und $^2/_3$ Periode gegen ihn verschoben.

Schließen wir an dieselbe Stromquelle einen Kondensator von der Kapazität γ, so berechnet sich sein Ladestrom aus der Formel

$$J_r = 2\pi\omega \cdot \gamma \cdot E_{1m} \cos(\omega t + \alpha_1) + 3 \cdot 2\pi\omega \cdot \gamma \cdot E_{3m} \cos(3\omega t + \alpha_3) + 5 \cdot 2\pi\omega \cdot \gamma \cdot E_{5m} \cos(5\omega t + \alpha_5) + 7 \cdot 2\pi\omega \cdot \gamma \cdot E_{7m} \cos(7\omega t + \alpha_7) + \dots$$

Vergleicht man diese Formel mit der Formel (25), so sieht man, daß ein Drehstromkabel nur dann durch einen fiktiven Kondensator ersetzt werden kann, wenn die Phasenspannung keine harmonischen Komponenten von der Ordnung $n = 3m$ besitzt.

Ist diese Bedingung erfüllt, so ist die »Betriebskapazität« des Kabels

$$\gamma = \gamma_{11} - \gamma_{12}.$$

Der Ladestrom

$$J_{1f} = \gamma \cdot 2\pi\omega [E_{1m} \cos(\omega t + \alpha_1) + 5 E_{5m} \cos(5\omega t + \alpha_5) + 7 E_{7m} \cos(7\omega t + \alpha_7) + \dots]$$

Hat aber die Spannungskurve harmonische Komponenten, deren Ordnungszahl 3, 9, 15

und überhaupt $n = 3\ m$ ist, so ist der Ladestrom nach (25) zu berechnen. Das Kabel kann durch einen Kondensator nicht mehr ersetzt werden.

8. *n*-Leiterkabel bei beliebiger Form der Spannungskurve des stromliefernden *n*-phasigen Generators.

Die vorstehenden Untersuchungen wollen wir jetzt auf ein allgemeines *n*-Leiterkabel ausdehnen.

Betrachten wir ein Kabel nach Fig. 477 und nehmen wir an, daß der zeitliche Verlauf der Spannung V_1 durch die Formel

$$\left.\begin{aligned} V_{1t} &= E_{1m}\sin(\omega t+\alpha_1)+E_{3m}\sin(3\,\omega t+\alpha_3)\\ &\quad +E_{5m}\sin(5\,\omega t+\alpha_5)+\dots \end{aligned}\right\}\quad (26)$$

gegeben sei. Da die Spannungen der Leiter (2), (3) ... (n) gegen Erde der Spannung V_1 zeitlich um $\frac{1}{u}$, $\frac{2}{u}$ etc. $\frac{n-1}{u}$ Periode vorauseilen, so sind sie offenbar durch folgende Gleichungen bestimmt:

$$\left.\begin{aligned} V_{2t} &= E_{1m}\sin\left[\omega\left(t+\frac{2\pi}{u\omega}\right)+\alpha_1\right]\\ &\quad +E_{3m}\sin\left[3\,\omega\left(t+\frac{2\pi}{u\omega}\right)+\alpha_3\right]+\dots\\ V_{3t} &= E_{1m}\sin\left[\omega\left(t+2\cdot\frac{2\pi}{u\omega}\right)+\alpha_1\right]\\ &\quad +E_{3m}\sin\left[3\,\omega\left(t+2\cdot\frac{2\pi}{u\omega}\right)+\alpha_3\right]+\dots\\ &\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\\ V_{nt} &= E_{1m}\sin\left[\omega\left(t+(n-1)\cdot\frac{2\pi}{u\omega}\right)+\alpha_1\right]\\ &\quad +E_{3m}\sin\left[3\,\omega\left(t+(n-1)\frac{2\pi}{\omega}\right)+\alpha_3\right]+\dots \end{aligned}\right\}\quad (27)$$

oder

$$\left.\begin{aligned} V_{2t} &= E_{1m}\sin\left(\omega t+\frac{2\pi}{u}+\alpha_1\right)\\ &+E_{3m}\sin\left(3\omega t+3\cdot\frac{2\pi}{u}+\alpha_3\right)+E_{5m}\sin\left(5\omega t+5\cdot\frac{2\pi}{u}\right.\\ &\quad\left.+\alpha_5\right)+\dots\\ V_{3t} &= E_{1m}\sin\left(\omega t+\frac{4\pi}{u}+\alpha_1\right)\\ &+E_{3m}\sin\left(3\omega t+3\cdot\frac{4\pi}{u}+\alpha_3\right)+E_{5m}\sin\left(5\omega t+5\cdot\frac{4\pi}{u}\right.\\ &\quad\left.+\alpha_5\right)+\dots\\ &\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\\ V_{nt} &= E_{1m}\sin\left[\omega t+\frac{2(n-1)\pi}{u}+\alpha_1\right]\\ &\quad +E_{3m}\sin\left[3\,\omega t+3\cdot\frac{2(n-1)\pi}{u}+\alpha_3\right]\\ &+E_{5m}\sin\left[5\,\omega t+5\cdot\frac{2(n-1)\pi}{u}+\alpha_5\right]+\dots \end{aligned}\right\}\quad (27^{bis})$$

Wir schreiben zur Vereinfachung

$$\begin{aligned} V_{1t} &= V_{1t}^{(1)}+V_{1t}^{(3)}+V_{1t}^{(5)}+\dots\\ V_{2t} &= V_{2t}^{(1)}+V_{2t}^{(3)}+V_{2t}^{(5)}+\dots\\ &\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\\ V_{nt} &= V_{nt}^{(1)}+V_{nt}^{(3)}+V_{nt}^{(5)}+\dots \end{aligned}$$

$V_{1t}^{(1)}\ V_{2t}^{(1)}\dots V_{nt}^{(1)};\ V_{1t}^{(3)}\ V_{2t}^{(3)}\dots V_{nt}^{(3)};\ V_{1t}^{(5)}\ V_{2t}^{(5)}\dots V_{nt}^{(5)}\dots$

sind Spannungen gegen Erde, die zeitlichen harmonischen Komponenten der Spannungskurve entsprechen.

Vorausgesetzt ist dabei natürlich, daß die Spannungen in allen Phasen genau gleich sind.

Ist nur die Grundschwingung allein vorhanden

$$V_{1t}=V_{1t}^{(1)};\ V_{2t}=V_{2t}^{(1)};\ \dots\ V_{nt}=V_{nt}^{(1)}$$

so berechnen sich die Ladungen aller Leiter, wenn wir annehmen, daß der Mantel geerdet ist, aus den Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} Q_{1t}^{(1)} &= \gamma_{11}V_{1t}^{(1)}+\gamma_{12}V_{2t}^{(1)}+\dots\dots+\gamma_{1n}V_{nt}^{(1)}\\ Q_{2t}^{(1)} &= \gamma_{21}V_{1t}^{(1)}+\gamma_{22}V_{2t}^{(1)}+\dots\dots+\gamma_{2n}V_{nt}^{(1)}\\ &\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\\ Q_{nt}^{(1)} &= \gamma_{n1}V_{1t}^{(1)}+\gamma_{n2}V_{2t}^{(1)}+\dots\dots+\gamma_{nn}V_{nt}^{(1)} \end{aligned}\right\}\quad (28)$$

Da der Kabelquerschnitt in bezug auf alle Leiter symmetrisch ist, so gelten wie wir wissen, die Relationen

$$\begin{aligned} &\gamma_{11}=\gamma_{22}=\dots\dots=\gamma_{nn}\\ &\gamma_{12}=\gamma_{21}=\dots\dots=\gamma_{n-1,n}=\gamma_{n,n-1}=\dots=\gamma_{32}=\gamma_{21}\\ &\gamma_{13}=\gamma_{24}=\dots\dots=\gamma_{n-2,n}=\gamma_{n,n-2}=\dots=\gamma_{42}=\gamma_{31} \end{aligned}$$

Ist die dritte harmonische Komponente der Spannung allein vorhanden, so berechnen sich die Ladungen aus den Formeln

$$\left.\begin{aligned} Q_{1t}^{(3)} &= \gamma_{11}V_{1t}^{(3)}+\gamma_{12}V_{2t}^{(3)}+\dots\dots+\gamma_{1n}V_{nt}^{(3)}\\ Q_{2t}^{(3)} &= \gamma_{21}V_{1t}^{(3)}+\gamma_{22}V_{2t}^{(3)}+\dots\dots+\gamma_{2n}V_{nt}^{(3)}\\ &\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\\ Q_{nt}^{(3)} &= \gamma_{n1}V_{1t}^{(3)}+\gamma_{n2}\cdot V_{2t}^{(3)}+\dots\dots+\gamma_{nn}\cdot V_{nt}^{(3)} \end{aligned}\right\}\quad (29)$$

Für die 5te, 7te und überhaupt u^{te} Komponente gelten dieselben Gleichungen, wenn man statt $V_1^{(3)}$ $Q_1^{(3)}$ etc. überall $V_1^{(5)}$ $Q_1^{(5)}$ .... etc. schreibt.

Wir erhalten somit für jeden Leiter eine Reihe von Ladungen

$$\begin{aligned} &Q_{1t}^{(1)}\ Q_{1t}^{(3)}\ Q_{1t}^{(5)}\dots\\ &Q_{2t}^{(1)}\ Q_{2t}^{(3)}\ Q_{2t}^{(5)}\dots\\ &\dots\dots\dots\dots\\ &Q_{nt}^{(1)}\ Q_{nt}^{(3)}\ Q_{nt}^{(5)}\dots \end{aligned}$$

die den einzelnen harmonischen Komponenten der Spannung entsprechen. Ist nun die Spannung durch die Formel (26) gegeben, so superponieren sich die einzelnen Ladungen und wir erhalten

$$\left.\begin{aligned} Q_{1t} &= Q_{1t}^{(1)}+Q_{1t}^{(3)}+Q_{1t}^{(5)}+\dots\\ Q_{2t} &= Q_{2t}^{(1)}+Q_{2t}^{(3)}+Q_{2t}^{(5)}+\dots\\ &\dots\dots\dots\dots\dots\\ Q_{nt} &= Q_{nt}^{(1)}+Q_{nt}^{(3)}+Q_{nt}^{(5)}+\dots \end{aligned}\right\}\quad (30)$$

Was für die Ladungen gilt, gilt natürlich auch für die Ladeströme.

Wir finden

$$\left.\begin{aligned} J_{1r} &= J'_{1r} + J''_{1r} + J'''_{1r} + \dots \\ J_{2r} &= J'_{2r} + J''_{2r} + J'''_{2r} + \dots \\ &\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ J_{nr} &= J'_{nr} + J''_{nr} + J'''_{nr} + \dots \end{aligned}\right\} \quad . \quad (31)$$

Den Ladestrom, welcher der Grundschwingung entspricht, haben wir im Abschnitt 2 gefunden.

$$J'_1 = 2\,\pi \sim \cdot\, \gamma \cdot E_1$$

$$J'_1 = J'_2 = J'_3 = \dots = J'_n$$

Die Konstante

$$\gamma = \gamma_{11} + \gamma_{12}\cos\left(\frac{2\,\pi}{u}\right) + \gamma_{13}\cos\left(2\cdot\frac{2\,\pi}{u}\right) + \gamma_{14}\cos\left(3\cdot\frac{2\,\pi}{u}\right) + \dots + \gamma_{1n}\cos\left((u-1)\frac{2\,\pi}{u}\right)$$

haben wir die »scheinbare Kapazität« des Kabels genannt. Wir untersuchen jetzt, ob auch die Ladeströme J'_1, J'_2 etc. sich in ähnlicher Weise darstellen lassen.

Betrachten wir zunächst die Werte $J'_1, J'_2, \dots J'_n$.

Aus (29) finden wir

$$\begin{aligned} Q'_{1r} &= \gamma_{11}\cdot E_{3m}\sin(3\,\omega t + \alpha_3) \\ &\quad + \gamma_{12}\cdot E_{3m}\sin\left[3\,\omega t + 3\cdot\frac{2\,\pi}{u} + \alpha_3\right] \\ &\quad + \gamma_{13}\cdot E_{3m}\sin\left[3\,\omega t + 3\cdot\frac{4\,\pi}{u} + \alpha_3\right] + \dots\dots, \end{aligned}$$

demnach auch

$$\begin{aligned} J'_{1r} = \frac{dQ'_{1r}}{dt} &= 3\cdot 2\,\pi\sim\cdot E_{3m}\Big[\gamma_{11}\cos(3\,\omega t + \alpha_3) \\ &\quad + \gamma_{12}\cdot\cos\left(3\,\omega t + 3\cdot\frac{2\,\pi}{u} + \alpha_3\right) \\ &\quad + \gamma_{13}\cos\left(3\,\omega t + 3\cdot\frac{4\,\pi}{u} + \alpha_3\right) + \dots\Big] \end{aligned}$$

oder, wenn wir auch die letzten Glieder dieser Reihe aufschreiben

$$\left.\begin{aligned} J'_{1r} = 3\cdot 2\,\pi\sim\cdot E_{3m}\Big[&\gamma_{11}\cos.(3\,\omega t + \alpha_3) \\ &+ \gamma_{12}\cos\left(3\,\omega t + 3\cdot\frac{2\,\pi}{u} + \alpha_3\right) \\ &+ \gamma_{13}\cos\left(3\,\omega t + 3\cdot\frac{4\,\pi}{u} + \alpha_3\right) + \dots + \\ &+ \gamma_{1n-2}\cos\left(3\,\omega t + 3\cdot\frac{2(n-3)\,\pi}{u} + \alpha_3\right) \\ &+ \gamma_{1n-1}\cos\left(3\,\omega t + 3\cdot\frac{2(n-2)\,\pi}{u} + \alpha_3\right) \\ &+ \gamma_{1n}\cos\left(3\,\omega t + 3\cdot\frac{2(n-1)\,\pi}{u} + \alpha_3\right)\Big] \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad (32)$$

Für die letzten Glieder können wir auch setzen

$$\begin{aligned} \dots + \gamma_{1n-2}\cos\left(3\,\omega t - 3\cdot\frac{6\,\pi}{u} + \alpha_3\right) \\ + \gamma_{1n-1}\cos\left(3\,\omega t - 3\cdot\frac{4\,\pi}{u} + \alpha_3\right) \\ + \gamma_{1n}\cos\left(3\,\omega t - 3\cdot\frac{2\,\pi}{u} + \alpha_3\right)\Big] \end{aligned}$$

Da nun, wie wir wissen,

$$\gamma_{12} = \gamma_{1n}; \quad \gamma_{13} = \gamma_{1n-1}; \quad \gamma_{14} = \gamma_{1n-2} \text{ etc.},$$

so können wir die entsprechenden Glieder der Formel (32) zusammenfassen und schreiben

$$\begin{aligned} J'_{1r} = 3\cdot 2\,\pi\sim\cdot E_{3m}\Big[&\gamma_{11}\cdot\cos(3\,\omega t + \alpha_3) \\ &+ \gamma_{12}\Big\{\cos\left(3\,\omega t + 3\cdot\frac{2\,\pi}{u} + \alpha_3\right) \\ &+ \cos\left(3\,\omega t - 3\,\frac{2\,\pi}{u} + \alpha_3\right)\Big\} \\ &+ \gamma_{13}\Big\{\cos(3\,\omega t + 3\cdot\frac{4\,\pi}{u} + \alpha_3) \\ &+ \cos\left(3\,\omega t - 3\,\frac{4\,\pi}{u} + \alpha_3\right)\Big\} \\ &+ \gamma_{14}\Big\{\cos\left(3\,\omega t + 3\cdot\frac{6\,\pi}{u} + \alpha_3\right) \\ &+ \cos\left(3\,\omega t - 3\cdot\frac{6\,\pi}{u} + \alpha_3\right)\Big\} + \dots\Big]; \end{aligned}$$

Die Summe zweier Kosinusglieder können wir nach der Formel

$$\cos\alpha + \cos\beta = 2\cos\tfrac{1}{2}\left(\alpha+\beta\right)\cdot\cos\tfrac{1}{2}\left(\alpha-\beta\right);$$

umformen. Wir finden so

$$\begin{aligned} J'_{1r} = 3\cdot 2\,\pi\sim\cdot E_{3m}\Big\{&\gamma_{11}\cdot\cos\left(3\,\omega t + \alpha_3\right) \\ &+ 2\,\gamma_{12}\cdot\cos\left(3\,\omega t + \alpha_3\right)\cdot\cos 3\cdot\frac{2\,\pi}{u} \\ &+ 2\,\gamma_{13}\cos\left(3\,\omega t + \alpha_3\right)\cdot\cos 3\cdot\frac{4\,\pi}{u} \\ &+ 2\,\gamma_{11}\cdot\cos\left(3\,\omega t + \alpha_3\right)\cdot\cos 3\cdot\frac{6\,\pi}{u} + \dots\Big\} \\ = 3\cdot 2\,\pi\sim\cdot E_{3m}\cdot\cos(3\,\omega t + \alpha_3)&\cdot \\ \Big[\gamma_{11} + 2\,\gamma_{12}\cdot\cos 3\left(\frac{2\,\pi}{u}\right) + 2\,\gamma_{13}\cdot\cos 3\cdot\left(\frac{4\,\pi}{u}\right) \\ + 2\,\gamma_{14}\cdot\cos\cdot 3\cdot\left(\frac{6\,\pi}{u}\right) + \dots\dots\Big]; \end{aligned}$$

Das letzte Glied des Klammerausdruckes ist

$2\,\gamma_{1,\frac{u}{2}+1}\cos\left[3\cdot\left(\frac{u}{2}+1\right)\frac{2\,\pi}{u}\right]$ für ungerade u und

$-\gamma_{1,\frac{u}{2}+2}$ für gerade u

oder für alle u:

$$\begin{aligned} J'_{1r} = 3\cdot 2\,\pi\sim\cdot E_{3}\cos(3\,\omega t + \alpha_3)\Big[&\gamma_{11} + \gamma_{12}\cos\left(3\cdot\frac{2\,\pi}{u}\right) \\ + \gamma_{13}\cos\left(6\cdot\frac{2\,\pi}{u}\right) + \gamma_{14}\cos\left(9\cdot\frac{2\,\pi}{u}\right) + \gamma_{15}\cos\left(12\cdot\frac{2\,\pi}{u}\right) + \dots \\ &+ \gamma_{1n}\cos\left(3\cdot(u-1)\cdot\frac{2\,\pi}{u}\right)\Big]. \end{aligned}$$

Setzt man den Klammerausdruck gleich γ', also

$$\gamma' = \gamma_{11} + \gamma_{12}\cdot\cos\left(3\cdot\frac{2\,\pi}{u}\right) + \gamma_{13}\cos\left(6\cdot\frac{2\,\pi}{u}\right) + \dots + \gamma_{1n}\cos\left(3\,(n-1)\,\frac{2\,\pi}{u}\right), \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (33)$$

so erhält man

$$J_{1r}^{(3)} = \gamma' \cdot 3 \cdot 2\pi \cdot \omega \cdot E_{3m} \cos(3\omega t + \alpha_3).$$

Den Ausdruck γ' können wir als die »scheinbare Kapazität«, die der dritten harmonischen Komponente der Spannung entspricht, auffassen. Offenbar ist im allgemeinen

$$\gamma^{(1)} = \gamma'.$$

Für die fünften harmonischen Komponenten der Spannung würden wir durch analoge Rechnung den Ausdruck erhalten

$$\left.\begin{aligned} J_{1r}^{(5)} &= \gamma^{(5)} \cdot 5 \cdot 2\pi \cdot \omega \cdot E_{5m} \cos(5\omega t + \alpha_5); \\ \gamma^{(5)} &= \gamma_{11} + \gamma_{12} \cos\left(5 \cdot \frac{2\pi}{u}\right) + \gamma_{13} \cos\left(10 \cdot \frac{2\pi}{u}\right) \\ &+ \gamma_{1u} \cdot \cos\left(15 \cdot \frac{2\pi}{u}\right) + \ldots + \gamma_{1n} \cos\left(5\,(n-1)\,\frac{2\pi}{u}\right); \end{aligned}\right\} \quad (34)$$

$\gamma^{(5)}$ ist die »scheinbare Kapazität«, die der fünften harmonischen Komponente der Spannung entspricht.

Wir finden in ähnlicher Weise

$$\gamma^{(7)} = \gamma_{11} + \gamma_{12} \cos\left(7 \cdot \frac{2\pi}{u}\right) + \gamma_{13} \cos\left(14 \cdot \frac{2\pi}{u}\right) + \ldots + \gamma_{1n} \cos\left(7\,(n-1)\,\frac{2\pi}{u}\right). \quad (35)$$

Für ungerade u ist

$$\gamma^{(u)} = \gamma_{11} + \gamma_{12} \cos\left(u \cdot \frac{2\pi}{u}\right) + \gamma_{13} \cos\left(2u \cdot \frac{2\pi}{u}\right) + \ldots + \gamma_{1u} \cos\left(u\,(u-1)\,\frac{2\pi}{u}\right) = \gamma_{11} + \gamma_{12} + \gamma_{13} + \ldots + \gamma_{1u};$$

$$\gamma^{(u+2)} = \gamma_{11} + \gamma_{12} \cos\left((u+2) \cdot \frac{2\pi}{u}\right) + \gamma_{13} \cos\left(2\,(u+2)\,\frac{2\pi}{u}\right) + \ldots\ldots + \gamma_{1u} \cos\left[(u+2)\,(u-1)\,\frac{2\pi}{u}\right]$$

$$= \gamma_{11} + \gamma_{12} \cos\left(2 \cdot \frac{2\pi}{u}\right) + \gamma_{13} \cos\left(4\,\frac{2\pi}{u}\right) + \ldots + \gamma_{1u} \cos 2\,(u-1)\,\frac{2\pi}{u}$$

$$\gamma^{(u+4)} = \gamma_{11} + \gamma_{12} \cos 4 \cdot \frac{2\pi}{u} + \gamma_{13} \cos 8 \cdot \frac{2\pi}{u} + \ldots\ldots + \gamma_{1u} \cos 4\,(u-1)\,\frac{2\pi}{u}.$$

$$\gamma^{(2u-1)} = \gamma_{11} + \gamma_{12} \cos\left(\frac{2\pi}{u}\right) + \gamma_{13} \cos\left(2 \cdot \frac{2\pi}{u}\right) + \gamma_{1u} \cos\left(3\,\frac{2\pi}{u}\right) + \ldots + \gamma_{1u} \cos\left[(u-1)\,\frac{2\pi}{u}\right] = \gamma_1;$$

$$\gamma^{(2u+1)} = \gamma^{(2u-1)} = \gamma_1; \quad \gamma^{(2u+3)} = \gamma^{(2u-3)}; \quad \gamma^{(2u-5)} = \gamma^{(5)}; \ldots$$

Es ist leicht einzusehen, daß allgemein

$$\gamma^{(2u-p)} = \gamma^{(p)}.$$

Die von einander verschiedenen »scheinbaren Kapazitäten« sind

$$\gamma_1, \gamma^{(3)}, \gamma^{(5)}, \ldots, \gamma^{(u)}.$$

Ihre Zahl beträgt

$$\frac{u+1}{2}.$$

Ist u gerade, so sind die von einander verschiedenen »scheinbaren Kapazitäten«

$$\gamma_1, \gamma^{(3)}, \ldots, \gamma^{(u-1)}.$$

Ihre Zahl beträgt

$$\frac{u}{2}.$$

Für $u = 2$ ist die Zahl der von einander unabhängigen »scheinbaren Kapazitäten« gleich 1. Ein Zweileiterkabel kann stets, wie die Spannungskurve auch beschaffen sein mag, durch einen äquivalenten Kondensator ersetzt werden. Dieses Resultat ist im Abschnitt 3 bereits abgeleitet worden. Für $u = 3$ ist $\frac{u+1}{2} = 2$.

Bei einem Dreileiterkabel hat man mit zwei »scheinbaren Kapazitäten« zu rechnen. Zu demselben Ergebnis sind wir durch direkte Betrachtungen im Abschnitt 7 gekommen.

Für $u = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, \ldots$ ist die Zahl der Konstanten $\gamma^{(p)}$ gleich 1, 2, 2, 3, 3, 4, 4, ...

Im allgemeinen kann also ein u-Leiterkabel nur dann durch einen äquivalenten Kondensator ersetzt werden, wenn die Spannungskurve eine Sinuslinie ist. (Vgl. Abschnitt 2.) Ist diese Bedingung nicht erfüllt, so berechnet man den Ladestrom aus den Formeln (31).

Über Riffelbildung an Straßenbahnschienen.

Von K. Sieber, Nürnberg. (Schluß.)

IX. Die Schwingungen des Laufrades.

Es wurde schon darauf hingewiesen, daß das Laufrad um die Achse Schwingungen nach Art eines Torsionspendels ausführt. Ein Bild über die Größenordnung dieser Schwingungen kann gewonnen werden, wenn man annimmt, daß die Achse an dem einen Laufrad fest eingespannt ist und im übrigen ohne weitere Einflüsse schwingt. Die Achse sei gewichtslos und das schwingende Laufrad starr. Die Schwingungsdauer (Hin- und Hergang) berechnet sich dann aus der Gleichung

$$\tau_1 = 2\pi \sqrt{\frac{\Theta_1}{c_1}} \quad \ldots\ldots\ldots 97)$$

worin bedeuten: τ_1 die Schwingungsdauer, Θ_1 das polare Trägheitsmoment des Laufrades in Bezug auf die Mittellinie der Laufradachse und c_1 der Proportionalitätsfaktor zwischen dem Drehungswinkel und dem Drehungsmoment.

Zahlenbeispiel: Die Entfernung von Nabe zu Nabe sei 1,33 m, der Achsdurchmesser 100 mm, der Gleitmodul des Achsenmaterials 850000 und $\Theta_1 = 1{,}5$, dann ist $c_1 = 62\,800$ und $\tau_1 = \frac{1}{32}$.

Die tatsächliche Schwingungsdauer wird wegen des Einflusses der Elektromotoren und des Triebwerkes eine

raschere sein; sie wird ferner durch die hüpfenden Bewegungen des Laufrades beeinflußt. Umgekehrt können die Torsionsschwingungen die Höhenlage des Radmittelpunktes und damit den Auflagedruck zwischen Rad und Schiene nicht beeinflussen. Die Art ihrer Einwirkung auf die Riffelbildung ist durch Gleichung 80) berücksichtigt.

Außer den Torsionsschwingungen sind auch noch Pendelschwingungen des Laufrades möglich. Würden die Lager des Elektromotors die Achse so eng umschließen, daß sie kein Spiel mehr hätte, dann wäre bei Annahme einer unendlich großen Masse für den Elektromotor die Schwingungsdauer um eine durch das dem Laufrad zunächst gelegene Lager gehende vertikale Achse A (Fig. 601)

$$\tau_2 = 2\pi \sqrt{\frac{\Theta_2}{c_2}} \quad \ldots \ldots \quad 98)$$

worin Θ_2 das Trägheitsmoment des Laufrades, bezogen auf die vertikale Achse A und c_2 den Proportionalitätsfaktor zwischen dem Ausschlagswinkel und dem verbiegenden Moment bezeichnet.

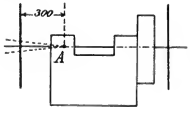


Fig. 601.

Zahlenbeispiel: Für eine 100 mm Achse und ein Laufrad von 200 kg Gewicht ist Θ_2 mit 1,2 und c_2 mit 325000 anzunehmen, und es wird $\tau_2 = \frac{1}{83}''$. Die tatsächlich stattfindenden Schwingungen werden langsamer sein, weil das Motorlager der Laufachse etwas Spiel läßt. Nimmt man an, daß die Pendelschwingungen so stattfinden, als ob die Achse in der Mitte eingespannt wäre, dann wäre $\tau_2 = \frac{1}{38}''$. Von Einfluß auf die Schwingungsdauer ist noch der Umstand, daß sich das Rad dreht und somit als Kreisel aufzufassen ist. Die Folge ist eine Beschleunigung der Schwingungen.

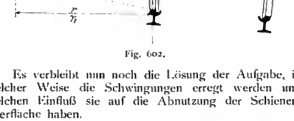


Fig. 602.

Es verbleibt nun noch die Lösung der Aufgabe, in welcher Weise die Schwingungen erregt werden und welchen Einfluß sie auf die Abnutzung der Schienenoberfläche haben.

Ein Rad mit kegelförmiger Oberfläche ohne Flansch rolle auf einer Ebene; dann wird es einen Kreis beschreiben, dessen Mittelpunkt in einer Entfernung von $\frac{r}{\gamma_1}$ von der Peripherie liegt, worin r den Radius des Rades und γ_1 die Neigung der Kegelfläche gegen die Achse bedeuten. Vervollständigt man den Kegel bis zur Spitze, dann ist die Rollbewegung leichter zu erkennen; der Kegel rollt alsdann auf der Ebene um die Spitze S_1 (Fig. 602). S_2 ist die Spitze des von dem Spurkranz nach der Laufflächenseite hin gebildeten Kegels. Die Entfernung S_2A ist $\frac{r}{\operatorname{tg}\gamma_2}$. Ist z. B. $r = 0{,}4$ m, $\gamma_1 = \frac{1}{15}$, dann ist S_1A 6 m und für $\operatorname{tg}\gamma_2 = 4$, ist $S_2A = 0{,}1$ m. Erleidet das Rad einen starken Seitendruck auf den Flansch, dann wird es sich weder um S_1 noch um S_2 drehen,

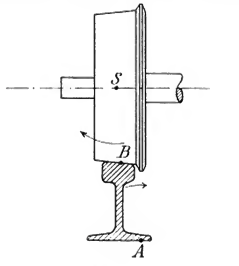


Fig. 603.

sondern um einen dazwischen liegenden Punkt. Hierbei hebt sich der Radschwerpunkt S.

Genau so wie das freie Rad verhält sich das Rad an der Achse, solange diese sich in einem spannungslosen Zustand befindet. Im ersten Zeitelement wird sich das Rad der Kegelform entsprechend um die Z-Achse (Fig. 602) drehen. Im weiteren Verlauf der Bewegung erwacht einerseits in der sich in horizontaler Richtung verbiegenden Laufradachse ein Widerstand, anderseits rückt der Punkt B (Fig. 603) und mit ihm die untere Hälfte des Rades nach außen, während der Radmittelpunkt durch die Laufradachse festgehalten wird. Die Verbiegung der Achsen in vertikaler Richtung, die von dem Wagengewicht herrührt, läßt nach, in horizontaler Richtung nimmt sie zu. Gleichzeitig hebt sich der Radschwerpunkt S. Die Ursache hierzu liegt einmal darin, daß der Unterstützungsmittelpunkt B des Rades in der Regel nicht vertikal unter dem Schwerpunkt liegt, sondern etwas nach innen verschoben. Ferner wandert der Punkt B, während sich die untere Radhälfte nach außen wendet, auf dem Rad selbst nach dem Spurkranz zu. Eine dritte Ursache zur Hebung des Radschwerpunktes liegt darin, daß, während die untere Radhälfte nach außen wandert, der Schienenkopf einen Druck nach innen erfährt; dadurch wird die Schiene auf Verdrehung beansprucht und der Anflagepunkt B dreht sich um einen Punkt A des Schienenfußes und wird gehoben. Hat die Verbiegung der Achse in horizontaler Richtung ihr Maximum erreicht, dann folgt das Rad der durch die Kegelform bedingten Kreisbewegung nicht mehr. Dadurch erleidet auch die Schwerpunktsbahn einen Richtungswechsel, was zur Folge hat, daß eine Verminderung des Auflagedrucks und damit der Reibungskräfte, die die untere Radhälfte nach auswärts gezogen haben, stattfindet. Infolgedessen schnellen Rad und Schienen zurück und das Spiel beginnt von neuem, nur etwas kräftiger, weil das Rad über seine

Anfangslage hinausschnellt. Wenn nun auch die so entstehenden Schwingungen gering sind, so können sie doch die bereits früher erwähnten Schwingungen der Schienen und die hüpfenden Bewegungen des Rades bei unebener Oberfläche verstärken. Vereinzelte auf den Schienen vorhandene Unebenheiten bringen sämtliche Schwingungsarten in Übereinstimmung und legen so den Grund zur Riffelbildung.

Die Einwirkung der Rotationskräfte, die durch Richtungsänderungen der Umdrehungsachse entstehen, ist derart, daß, während die untere Radhälfte nach innen schwingt, die vordere Radhälfte nach außen drängt und umgekehrt. Die Größe des Drehmomentes M ergibt sich aus

$$M = \Theta u w, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 99)$$

worin Θ das Trägheitsmoment, w die Rotationsgeschwindigkeit um die Laufachse, und u die Rotationsgeschwindigkeit um die durch den Radschwerpunkt gehende, zur Laufradachse senkrechte Horizontalachse bedeutet.

Zahlenbeispiel. Ist $\Theta = 4{,}7$, $w = 20$ und $u = 0{,}63$, dann ist $M = 50$ mkg oder 5000 emkg. Das Biegungsmoment des auf einen Achsstummel von 10 cm Länge wirkenden Wagengewichts von 2000 kg ist 20000 emkg. Die Wirkung der Rotationskräfte ist also eine recht beträchtliche und hat eine Verstärkung der Schwingungen des Rades zur Folge.

X. Zusammenfassung.

Der in der Praxis stehende Ingenieur hat in der Regel nicht die Zeit, die nötig ist, derartige Arbeiten wie die vorliegende eingehend zu lesen, weshalb die Hauptergebnisse nochmals zusammengestellt sein mögen.

Es ist festgestellt:

1. daß ein reines Rollen von Straßenbalnrädern im allgemeinen nicht stattfindet;

2. daß gerade Strecken als eine Reihe aneinander gesetzter Kurven zu betrachten sind;

3. daß ein leichtes Profil auf elastischer Bettung eine geringere Stoßelastizität zur Folge hat und für Schlagwirkungen unempfindlicher ist, wie ein schweres Profil auf harter Unterbettung;

4. daß Schienen und Bandagen, die eine geringe Quetschgrenze haben, ebenfalls eine geringe Stoßelastizität aufweisen. Das gleiche gilt, wenn zwischen Rad und Schiene die Berührungsflächen klein sind;

5. daß schwere Räder mit starken Achsen die Stoßelastizität vermindern;

6. daß eine Riffelbildung nur möglich ist, wenn die Stoßelastizität und die Fahrgeschwindigkeit genügend groß sind. Je größer die Stoßelastizität, desto leichter tritt Riffelbildung ein, desto niedriger liegt die kritische Geschwindigkeitsgrenze;

7. daß ferner in scharfen Kurven keine Riffelbildung stattfinden kann;

8. daß Wagen, deren Achsen gegen das Untergestell keinerlei Spiel haben, nicht so sehr zur Riffelbildung neigen als solche, deren Achsen frei spielen können;

9. daß Kurvenaußenseiten für die Riffelbildung empfänglicher sind als die Innenseiten;

10. daß die Laufräder auch bei vollständig ebener Schienenoberfläche Schwingungen unterworfen sind, die den Auflagedruck zwischen Rad und Schiene fortwährend ändern;

11. daß Schiene und Bettung als elastisch zu betrachten sind und unter Einwirkung der Radschwingungen sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung Schwingungen ausführen, die die hüpfenden Bewegungen des Rades verstärken;

12. daß von Anfang an vorhandene Unebenheiten auf den Schienen die verschiedenen Schwingungen in Übereinstimmung bringen und die Riffelbildung begünstigen.

XI. Ursachen der Riffelbildung und Abwehrmaßregeln.

Als Ursache der großen Ausdehnung der Riffelbildung in den letzten Jahren müssen in erster Linie die hohen, schweren Schienenprofile und die harten Unterbettungen, die in der letzten Zeit Mode geworden sind, bezeichnet werden; in zweiter Linie sind die Härte der Schienen und der Radreifen zu nennen. Eine ähnliche Riffelbildung wie auf der Schienenoberfläche findet sich an den Fahrdrahtleitungen von Bahnen, die mit der Rolle betrieben werden. Der nackte Arbeitsdraht von 8 mm weist niemals Riffeln auf. Dagegen finden sich solche, wenn die Geschwindigkeit eine entsprechend hohe ist, an Aufhängepunkten, sowie an Stellen, wo der Draht durch aufgelötete Bleche oder durch Telephonschutzreiter verstärkt wurde. Es kann diese Erscheinung als Beweis dafür gelten, daß die großen Schienengewichte für die Riffelbildung mit verantwortlich zu machen sind.

Als Abwehrmaßregeln gegen die Riffelbildung sind zu empfehlen:

1. Elastische Lagerung der Schienen[1]); als geeignetes Unterbettungsmaterial erscheint eine Schicht aus scharfem, grobkörnigem und reinem Sand oder Kies, die eine Stärke von mindestens 30 cm haben muß. Unter dieser Schicht sollen sich je nach der Bodenart geeignete Organe zur Entwässerung und zur Vermeidung von Setzungen und Verunreinigung des Sandes von unten befinden (Betonschicht oder Packlage). Eine Unterbettungsart, die sich bei den Londoner Untergrundbahnen bewährt haben soll, erwähnt »The Tramway and Railway World« in ihrer letzten Dezembernummer. Dort ist die Mitte der Querschwellen durch einen Betonkoffer unterstützt, während die Schienen auf dem überhängenden Teil der Querschwellen angebracht sind. Die Schwellenenden sind durch Granitschotter unterstützt.

2. Leichte Schienenprofile. Nach meinen Erfahrungen tritt bei Schienengewichten von 45 kg und bei Sandunterbettung nur ganz vereinzelt Riffelbildung ein; diese wird allerdings auffallend stärker, sobald die Sandunterbettung durch Packlage und Schotterung ersetzt wird.

3. Abhoben der Schienenoberfläche — auch bei neuen Schienen.

4. Die Lauffläche einer Bandage soll möglichst von der Abnutzungsform abweichen, so daß eine möglichst geringe Berührungsfläche zwischen Rad und Schiene besteht.

5. Leichte, aber solide Stoßverbindungen.

6. Inbetriebnahme einzelner Wagen, deren Räder stark ungleiche Durchmesser haben.

7. Geringes Spiel der Radsätze innerhalb der Schiene.

8. Festes Einspannen der Achsbüchsen und der Achsen gegen Horizontalverschiebungen.

9. Weiche Bandagen (50 bis 60 kg).

10. Kräftige Achsen und schwere Räder.

[1]) Eine glänzende Bestätigung des Erfolges dieser Maßregel findet sich in mehreren Berichten zu dem Internationalen Straßenbahn- und Kleinbahnkongreß, Mailand 1906, namentlich in demjenigen von Marseille (siehe auch den Bericht von Dubs über den Gleisbau der innerstädtischen Straßenbahnen) und Lyon (Griolon).

XII. Schlufsbetrachtung.

Ein großes Hindernis für die Durchführung genauer Rechnungen ist es, daß für die bei Straßenbahnen üblichen Bettungsarten fast gar kein Versuchsmaterial vorliegt; man ist z. B. hinsichtlich der Bettungsziffer ganz auf die bei den Eisenbahnen gewonnenen Resultate angewiesen, die doch unter wesentlich anderen Verhältnissen gewonnen sind. Weiter ist noch überhaupt kein Material vorhanden über die Größe der Stoßelastizität und die Wirkung von Stößen auf die Schiene und Unterbettung — und zwar sowohl einzelner Stöße als auch solcher hoher Frequenz. Zuletzt ist auch der Beschleunigungszustand während des Stoßvorgangs noch unbekannt. Vielleicht unterzieht sich eine der größeren Verwaltungen oder der Verein Deutscher Straßen- und Kleinbahnverwaltungen der Mühe, geeignete Versuche vorzunehmen, was sowohl für die Wissenschaft als auch für die Praxis von der weitgehendsten Bedeutung wäre.

Kleine Nachrichten.

Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft.

Elektrischer Kipper für Eisenbahnwagen.[1]) Die Kippanlagen, welche dazu dienen, Massengüter von einem rollenden Fahrzeuge in ein anderes umzuladen,

Fig. 604. Ansicht der Kippanlage.

bieten bei der Konstruktion keine großen Schwierigkeiten, da die Lage der Transportmittel immer dieselbe bleibt. Anders liegt die Sache, wenn in und vom Schiffe geladen werden soll, welches sich je nach dem Wasserstande hebt und senkt. Natürlich würde es auch hierbei genügen, die Kippanlage möglichst hoch über der Wasserfläche anzuordnen, so daß die betreffenden Güter auch bei hohem Wasserstande bequem herunterfallen können, während bei niederem Niveau dieselben aus einer größeren Höhe herabfallen. Dies ist jedoch für viele von Gütern sehr schädlich, weil dadurch eine Zertrümmerung stattfindet. Ein solcher Fall findet bei Kohle statt, welche, wenn sie für besondere Zwecke gewünscht wird, nicht zu klein geschlagen werden darf.

Die Kippanlage (Fig. 604), welche in dieser Mitteilung beschrieben werden soll, trägt diesem Umstand Rechnung, indem nämlich die Plattform sich je nach dem Wasserstande hebt oder senkt. Letzterer ist im Hafen von Cosel, wo die Anlage vor kurzem errichtet worden ist, bis 5,45 m veränderlich, denn sie wechselt zwischen t64,25 und t69,7 m. Da man also hierbei als Bedingung festgesetzt hat, daß die Kohle ohne großes Zertrümmern in das Schiff verladen werden soll, so mußten besondere Einrichtungen getroffen werden, sich dem Wasserstande anzupassen. Die Kipperplattform wird nun entweder durch Senken an der Wasserseite oder durch Heben an der Landseite oder schließlich durch entsprechende Veränderung an beiden Seiten in eine schräge Stellung gebracht. Bei dem höchsten Wasserstande t69,7 m hebt ein elektrisch betriebenes Windwerk den Teil der Plattform an, welcher der Landseite zugekehrt ist, während beim niedrigsten Wasserstande der wasserseitige Teil der Plattform durch ein zweites elektrisches Windwerk heruntergelassen wird. Zur Anpassung der Plattformstellung an mittlere Wasserstände werden beide Windwerke betätigt. Die toten Lasten des Lenkers sowohl wie der Plattform werden durch Gegengewichte ausgeglichen. In wagerechter Lage wird nun die Plattform durch eine selbsttätige Fangvorrichtung festgehalten, so daß die Seile beim Aufschieben des Wagens entlastet sind. Eine Ausschaltvorrichtung verhindert, daß die Plattform eine noch größere Neigung als 45° erhält, einerlei ob der eine Teil gehoben oder der andere gesenkt wird.

Man hat nun auch für das Heranziehen und Abziehen der Wagen elektrische Energie hierbei verwandt. Dies bedeutet durch die Verkürzung des Arbeitsvorganges eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Anlage gegenüber dem bisherigen mühseligen Verschieben durch Menschenkraft. Der Ladevorgang geschieht nun in folgender Weise. Der vollbeladene Wagen wird mittels des elektrischen Windwerks auf eine Drehscheibe gezogen, dort um 90° gedreht und ebenfalls durch das Spill auf die Kipperplattform geschleppt, wo er durch zwei Fanghaken, die um die vordere Wagenachse greifen, selbsttätig festgestellt wird; dann wird die Plattform gekippt, und der Wagen gibt seinen Inhalt in einen an der Plattform angebrachten und mit einem trichterartigen Auslauf versehenen Schüttrumpf ab. Der Auslauf wird durch eine elektrisch betätigte Klappe verschlossen, welche vom Führerstande aus beliebig geöffnet werden kann, je nachdem man eine größere oder geringere Kohlenmenge in das Schiff schütten will. Sobald der Schüttrumpf entleert ist, wird die Plattform wieder in die wagerechte Lage zurückgekippt und der leere Wagen mittels des Spills über die Drehscheibe in das Abfuhrgleis geschoben. Die hauptsächlichsten neuen Vorrichtungen sind patentiert.

F. Greiner.

[1]) Nachdruck nur mit Erlaubnis des Verfassers gestattet.

Beschreibung ausgeführter oder geplanter Bahnanlagen sowie besonderer Systeme.

Die elektrische Strafsenbahn von Buenos Aires. Wohl wenige Großstädte können sich eines so schnellen Aufschwunges rühmen wie Buenos Aires, das

noch im Jahre 1870 eine Bevölkerungsziffer von 180000 hatte und nach den letzten Zählungen eine solche von über 1100000 besitzt. Die sowohl durch natürliche Ursachen wie durch die starke Einwanderung bedingte Bevölkerungszunahme ist so stark, daß die Gesamtbevölkerung sich alle 13 Jahre verdoppelt, während schon für einen Zeitraum von 5 Jahren die Zunahme gleich der Gesamtbevölkerung anderer südamerikanischer Hauptstädte, z. B. Limas, ist. Nächst Paris ist denn auch Buenos Aires die größte romanische Stadt und infolge dieses Umstandes sowie wegen ihrer baulichen Schönheiten, ihren herrlichen Boulevards und Parke nennt man die Stadt mit Vorliebe das südamerikanische Paris.

Infolge der schnellen Zunahme der Bevölkerung mußte in der Anlage von Straßenbahnnetzen begreiflicherweise eine rege Tätigkeit entfaltet werden, zumal die Stadt auch im Verhältnis zu ihrer Einwohnerzahl eine ganz außerordentlich große Fläche einnimmt, die nicht weniger als $^{21}/_{25}$ von der Londons ausmacht. Um einen Begriff von dem Umfang des Straßenbahnverkehrs zu geben, möge erwähnt werden, daß nach der vorjährigen Statistik im Laufe des Jahres mehr als 200000000 Passagiere befördert wurden.

Fig. 605. Betriebsgebäude der Straßenbahn.

Zu den interessantesten Straßenbahnnetzen der Stadt gehört das von Federico Lacroze angelegte, das das einzige von einer argentinischen Gesellschaft betriebene und auch das einzige Straßenbahnnetz mit einem nach amerikanischem Muster eingerichteten Vorortschnellverkehr ist.

Bei der Einführung des elektrischen Betriebes war zunächst die rein formelle Schwierigkeit zu überwinden, daß die Konzession zur Anlage des Straßenbahnnetzes im Interesse der Förderung der einheimischen Pferdezucht ursprünglich nur unter der Bedingung der ausschließlichen Anwendung von Pferdebetrieb erteilt worden war. Als daher eine Ausdehnung nach den umliegenden Vororten bis zu einer Entfernung von 100 englischen Meilen nötig wurde, mußte der Pferdebahnbetrieb zunächst beibehalten werden, so daß diese Straßenbahn unter allen Pferdebahnen der Welt jedenfalls den Rekord der Länge beanspruchen konnte; außerdem war es die erste Straßenbahn, die einen Schlafwagendienst aufgenommen hat.

Die Einführung des elektrischen Betriebes wurde im Jahre 1905 der englischen Firma J. G. White & Co. übertragen, die im März vorigen Jahres das umfangreiche Werk begonnen und im März dieses Jahres einen Teil der Strecken in Betrieb gesetzt hat.

Die ursprünglichen Straßenbahnlinien bestanden aus einer Streckenlänge von 40 km, die Eigentum der Straßenbahn-Gesellschaft war, und aus 10 weiteren Kilometern, die teilweise verpachtet und teilweise in Gemeinschaft mit anderen Gesellschaften betrieben wurden. Die englische Firma ist nun damit beschäftigt, weitere 40 km anzulegen, und zu diesem Zwecke soll das ursprünglich für 2250 KW eingerichtete (und schon am Ende vorigen

Fig. 606. Inneres des Kraftwerkes.

Jahres in Betrieb genommene) Kraftwerk mit einer weiteren Stromerzeugereinheit von 750 KW versehen werden.

Die Spurbreite der Straßenbahn beträgt 1,41 m; die Schienen wiegen 43 kg pro laufenden Meter in Längen von je 12,0—13,5 m. Diese Schienen sind auf 15 cm tiefen und 40 cm breiten Betonschwellen verlegt; der größte Teil des Pflasters besteht aus Granitblöcken. Die Schienen liegen fast ausschließlich auf ebenem Terrain; der Radius der schärfsten Kurve beträgt 13,5 m.

Der Fahrdraht ist in einer Höhe von 6,15 m über dem Boden angebracht; zu seiner Aufhängung dienen Spannungsdrähte, Mittelpfähle, Seitenpfähle mit Querarmen und an einzelnen Stellen auch Rosetten. (Fig. 605.)

In der Maschinenhalle (Fig. 606) des Kraftwerkes (Fig. 607) sind drei liegende Kompoundmaschinen von Carels Frères zu je 1100 PSi eingebaut; diese sind direkt an je einen Gleichstromgenerator von 750 KW mit Doppelschlußwickelung gekuppelt, die von der amerikanischen

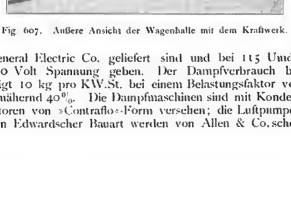


Fig. 607. Äußere Ansicht der Wagenhalle mit dem Kraftwerk.

General Electric Co. geliefert sind und bei 115 Umdr. 550 Volt Spannung geben. Der Dampfverbrauch beträgt 10 kg pro KW.St. bei einem Belastungsfaktor von annähernd 40%. Die Dampfmaschinen sind mit Kondensatoren von »Contraflo«-Form versehen; die Luftpumpen von Edwardscher Bauart werden von Allen & Co. schen

Dampfmaschinen selbständig angetrieben. Die Worthingtonschen Zentrifugalpumpen werden von Brown Boveri-Motoren direkt betrieben; sie liefern je 1000 Gallonen (3785 Liter) in der Minute.

Die Schaltanlage befindet sich am Ende der Maschinenhalle; die Bahnschalttafel, deren Lieferung die British Westinghouse-Comp. besorgt hat, enthält 3 Stromerzeugerfelder, 3 Zusatzdynamofelder, 6 Speiseleitungsfelder und 1 Beleuchtungsfeld. Als Material ist durchgängig Marmor benutzt; die Schaltfelder sind mit allen zur sicheren und schnellen Leitung eines umfangreichen Bahnbetriebes nötigen Instrumenten und Apparaten ausgestattet. Zurzeit ist nur eine Zusatzdynamo von 60 KW für die negative Spannungsseite eingebaut.

Ein Kran von 25 t Tragkraft läuft durch die Maschinenhalle.

Das Kondensatorwasser wird in zwei hölzernen Kühltürmen mit natürlichem Zug gekühlt, von denen jeder imstande ist, 66000 Gallonen pro St. zu kühlen.

Die Kesselanlage besteht zurzeit aus fünf Babcock & Wilcoxschen Schiffskesseln mit Überhitzer, die in der Stunde über 500 kg Dampf liefern. Das Speisewasser wird von drei Worthingtonschen Duplexpumpen geliefert und in einem Wheelerschen Vorwärmer vorgewärmt; zur Reinigung des Kondensationswassers und zur Entfernung aller Fetteile dient ein Patersonscher Apparat.

In dem Kohlenspeicher ist eine oberirdische Temperleysche Transportvorrichtung und in dem Hofe eine automatische 20 t-Wage von Averyscher Bauart zum Wiegen der Kohle untergebracht.

Von den drei Wagenspeichern ist der eine in Medrano in der Nähe des Kraftwerkes belegen; die beiden anderen befinden sich bzw. in Chacarita und Palermo.

Das Betriebsmaterial für den Stadtbetrieb besteht aus 140 Wagen, die bei schlechtem Wetter vollständig geschlossen und sonst fast ganz offen sind. Jeder Wagen besitzt 32 Sitzplätze; die Sitze sind mit Strohgeflecht versehen. Die Plattform an beiden Enden des Wagens kann event. vollständig geschlossen werden; sie ist mit Flügeltüren und Schiebefenstern versehen. Zwei elektrische Ventilatoren sorgen für Lüftung und elektrische Lampen für gute Beleuchtung des Wagens.

Die elektrische Ausrüstung besteht aus zwei Westinghouseschen Motoren von je 40 PS, die eine Geschwindigkeit von 15 engl. Meilen/St. = 24 km/St. einhalten können.

Außer den für den Stadtverkehr bestimmten Wagen sollen zunächst 10 Vorortwagen (Fig. 608) in Betrieb

Fig. 608. Motorwagen für den Vorortbetrieb.

genommen werden, die ganz ähnlich eingerichtet und nur größer sind; mit ihren 44 Sitzplätzen werden sie von vier 50pferdigen Motoren angetrieben, die eine Geschwindigkeit von 40 Meilen/St. = 64 km/St. erzielen können. Diese Wagen laufen auf den Strecken der inneren Stadt, gehen dann auf die Dampfbahn bei Chacarita über und laufen von dort über Lynch nach der wichtigen Vorstadt San Martin.

Außerdem sollen für den sehr bedeutenden Güterverkehr elektrische Lokomotiven in Dienst genommen werden. Dick, Kerr & Co. liefern zu diesem Zwecke Lokomotiven von Mittelkabineuform mit zwei vierrädrigen Drehgestellen und vier 50 PS-Motoren, die einen Zug von 50 t mit einer Geschwindigkeit von 20 engl. Meilen/St. = 32 km/St. ziehen können. Diese Lokomotiven sollen die Güterzüge verschiedener Vorortbahnen von Chacarita nach dem Güterbahnhof in Once und nach den Markthallen befördern.

Dr. Alfred Gradenwitz.

Bahnbetrieb und -Unterhaltung. Verkehrswesen.

Die Berliner Straßenbahn - Verkehrsnot.

Unter diesem Titel veröffentlicht Dipl.-Ing. Mattersdorff, Köln, eine kleine, im Verlage von Julius Springer, Berlin 1908, erschienene Schrift. Der Titel entspricht nicht ganz ihrem Inhalt, der eine Erläuterung der Tunnelentwürfe der Großen Berliner Straßenbahn bringt und in geschickter Weise die Gründe zusammenstellt, die zugunsten dieser Projekte sprechen. Die Schrift gibt zum Teil den Inhalt der neuesten Denkschrift der Großen Berliner Straßenbahn über ihre Projekte[1]) wieder und enthält außerdem statistische Angaben über den Betrieb der Großen Berliner Straßenbahn, die an anderer Stelle noch nicht veröffentlicht wurden.

Die Arbeiten von Regierungsrat Kemmann und Professor Blum, die die Mängel und Nachteile dieser Tunnelprojekte eingehend erörtern, werden nur flüchtig gestreift, die abfällige Beurteilung der Tunnelentwürfe durch Professor Cauer ist gar nicht erwähnt. Diese zum Teil scharfen, aber gründlichen und sachlichen Kritiken sind jedoch nicht abzutun mit Bemerkungen wie: »Da es dort (in Amerika) bei der erstmaligen Ausführung eines neuen Systems gelungen war, alle anfänglich vorhandenen Kinderkrankheiten aufs glücklichste zu überwinden, so würde es ein Armutszeugnis für die deutsche Fachwelt darstellen, anzunehmen, daß es nicht möglich sein sollte, allen berechtigten Wünschen der bei uns sicher straffen behördlichen Aufsicht vollauf zu entsprechen«.

Mit derartigen Bemerkungen kommt man über die sachliche Gewalt der Gründe, die Kemmann, Cauer und Blum anführen, nicht hinweg. Daher sei das Studium dieser drei anderen Arbeiten[2]) angelegentlich empfohlen; ferner das einer Arbeit von Petersen, die darauf hinweist, daß es sich bei diesen Projekten wohl nicht in erster Linie um technische Einzelfragen handelt, sondern darum, ob es der Großen Berliner Straßenbahn gelingen wird, gegen den Willen der Stadt eine erhebliche Verlängerung ihrer Konzession durchzusetzen. Wenn also auch der

[1]) Erwiderungen der Gesellschaftsvorstände auf die zu den Tunnelentwürfen der Großen Berliner und Berlin-Charlottenburger Straßenbahn veröffentlichten Kritiken.

[2]) Kemmann: Bericht über die Tunnelentwürfe der Großen Berliner Straßenbahngesellschaft. — Cauer: Die Tunnelentwürfe der Großen Berliner Straßenbahngesellschaft im Lichte des Kemmannschen Gutachtens. Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen 1907. Nr. 90 und 91. — Blum: Bericht über die Entwürfe der Großen Berliner Straßenbahn zur Anlage von Unterstraßenbahnen in Berlin. — Petersen: Personenverkehr und Schnellbahnprojekte in Berlin. Verlag G. Ziemsen, Berlin 1907.

Verfasser der »Berliner Straßenbahn-Verkehrsnot« das Interesse der Straßenbahngesellschaft unseres Erachtens etwas einseitig wahrnimmt, so ist doch die mit großem Fleiße zusammengestellte Arbeit wegen der darin enthaltenen statistischen Angaben sehr lesenswert.

Bemerkenswert ist am Schluß der Arbeit eine Betrachtung über die zukünftige Regelung der Berliner Verkehrsprojekte. Hier wird die Forderung erhoben, daß sämtliche Verkehrsangelegenheiten Groß-Berlins in einem selbständigen und mit Vollmachten ausgestatteten Verkehrs**amte** einheitlich begutachtet und zusammenfassend bearbeitet werden sollten. Der Verfasser bezeichnet dies als das dringendste Bedürfnis des Tages. Er geht hierin weiter als diejenigen, welche[1]) unter Abfälliger Beurteilung der bisherigen Tätigkeit der Verkehrsdeputation der Stadt Berlin eine Hinzuziehung von Sachverständigen schon für ausreichend erachten. Die Stadtgemeinde sei gerade durch ihre eigene Absicht, selbst als Unternehmer aufzutreten, bereits zur Partei in den Schwierigkeiten des Straßenbahnverkehrs geworden.

Die Klagen des Verfassers über die unfruchtbare Tätigkeit der städtischen Behörden, denen jetzt die Regelung der Verkehrsangelegenheiten obliegt, sind nicht unberechtigt. Jedenfalls sind die tatsächlichen Leistungen der Berliner Verkehrsdeputation überaus gering und stehen in einem schreienden Mißverhältnis zum Anwachsen der Verkehrsbedürfnisse. Der Ruf nach einem selbständigen und mit großen Vollmachten ausgestatteten Verkehrsamte ist daher verständlich. Ob er Aussicht auf Verwirklichung hat, ist bei der nun einmal geltenden Gemeindeverfassung mehr als fraglich. Ohne gesetzliche Regelung würde das wohl nicht möglich sein. Man arbeitet bekanntlich zurzeit an der Schaffung eines Verkehrs**zweckverbandes** von Groß-Berlin. Ob hieraus ein solches Verkehrsamt entstehen kann, erscheint doch recht zweifelhaft. Nicht aus der Vielköpfigkeit neuer Organisationen ist das Heil zu erwarten. Viel wichtiger ist es, dafür zu sorgen, daß in die bestehenden und neu zu schaffenden Organisationen die richtigen Persönlichkeiten aufgenommen werden, die den vorliegenden Aufgaben gewachsen sind. Es geht einfach nicht mehr an, daß die Verkehrsangelegenheiten Berlins durch einen von seinen Tiefbauangelegenheiten vollauf in Anspruch genommenen Stadtbaurat nebenbei mitbesorgt werden.

Daß in der Potsdamer- und Leipzigerstraße die Verkehrsabwicklung in der bisherigen Weise eines Tages nicht mehr möglich sein werde, ist eine Tatsache, die heute jeder begreift, die aber schon vor 6 bis 10 Jahren dem Fachmann erkennbar war. Warum haben das damals nicht auch die zuständigen städtischen Organe erkannt, und, wenn sie es erkannt haben, warum haben sie nicht beizeiten für Abhilfe gesorgt?

Man kann ja sehr verschiedener Meinung darüber sein, ob der Betrieb der Straßenbahn auf Rechnung einer Privatgesellschaft oder der Stadtgemeinde zweckmäßiger sei, denn wenn man auch die großen grundsätzlichen Vorteile anerkennt, die für die Stadt erzielt werden können, wenn die Straßenbahnen in städtischem Besitz sind, so werden diese Vorteile doch nicht einfach durch den Eigentumswechsel erreicht, und es genügt nicht einen bisher vorzüglich geführten Betrieb durch irgend welche neue Beamte nach dem bisherigen Schema weiterführen zu lassen. Der allmählich ins Ungeheure anwachsende Personenverkehr Berlins wird fortwährend neue Aufgaben stellen, zu deren Lösung Männer gehören, die gelegentlich selber neue Gedanken haben und die jedenfalls imstande sein müssen, neue Gedanken aufzunehmen, auch wenn sie von dritter Seite gebracht werden. Ohne solche Persönlichkeiten aber wird die beste Verwaltungsorganisation an sich keinen Nutzen bringen.

Unter allen Umständen ist es ein großes Verdienst der Straßenbahngesellschaft, daß sie mit ihrem entschiedenen Vorgehen die Stadt zwingt, in ihrer bisherigen Verkehrspolitik eine entscheidende Wendung eintreten zu lassen. Die Stadt steht vor der Gefahr, daß ihr der Erwerb der Straßenbahn ganz bedeutend verteuert und die Erwerbsmöglichkeit auf eine lange Reihe von Jahren hinausgeschoben wird. Man wird dies als theoretischer Volkswirtschafter vielleicht bedauern, praktisch hat aber die Allgemeinheit größeren Nutzen davon, wenn die Straßenbahnen von einer Privatgesellschaft betrieben werden, die hervorragend tüchtige Kräfte an der Spitze hat, als von einer städtischen Verwaltung, in der solche Kräfte nicht mit der Leitung der Geschäfte betraut werden.

Zu den Verkehrsverbesserungen der letzten Jahre ist die Stadt mehr oder minder durch den Polizeipräsidenten gedrängt worden, der sich mit großer Energie der Dinge annahm, die bei der Stadt nicht vorwärts kamen. Es ist geradezu eine Verdrehung der Tatsachen, wenn in den Tagesblättern immer wieder Notizen erscheinen, wonach die städtischen Verkehrsangelegenheiten nicht vorwärts kämen, weil ihre Erledigung bei den Staatsbehörden endlose Zeit erfordere. Das Gegenteil ist der Fall.

Dem neuen Polizeipräsidenten geht aus seiner früheren Tätigkeit der Ruf eines weitsichtigen Förderers aller Verkehrsangelegenheiten voraus. Das läßt die Hoffnung berechtigt scheinen, daß die Berliner Verkehrsnot durch seine vermittelnde Tätigkeit vielleicht beseitigt werden könnte.

[1]) Elektrotechnische Zeitung 1907, Seite 12 und 14. Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen 1908, Seite 14.

Aus den Geschäftsberichten.

Dem **Geschäftsbericht der Rheinischen Bahn-Gesellschaft zu Düsseldorf für das Jahr 1907** entnehmen wir: Die Entwicklung unserer Bahnbetriebe hat sich im verflossenen Geschäftsjahre recht günstig gestaltet. Auf allen Strecken ist eine Steigerung des Verkehrs und dementsprechend eine Steigerung der Einnahmen zu verzeichnen.

Das wichtigste Ereignis des verflossenen Geschäftsjahres war die Beteiligung der Stadt Düsseldorf an unseren Unternehmungen. Unter den im Abkommen vom 18. März v. Js. näher festgelegten Bedingungen hat die Stadt Düsseldorf 4500 alte Aktien und 122 junge Aktien unserer Gesellschaft zum Kurse von 150% übernommen, 500 Stück junge Aktien der Kapitalserhöhung erhielt die Stadt Düsseldorf zum Kurse von 103%. Den Kurs von 150% garantiert die Stadt Düsseldorf den jetzigen Aktionären bis zum 31. Dezember 1912.

Die beigefügte Tabelle gibt ein Bild über die Gestaltung des Verkehrs, die Einnahmen und Betriebsleistungen auf unseren Bahnen im verflossenen Geschäftsjahre.

Im verflossenen Geschäftsjahre erfuhr die Stromerzeugung eine erhebliche Steigerung. Es wurden erzeugt an Gleichstrom 2699247 KW.St., an Drehstrom 562150 KW.St., zusammen 3261397 KW.St. gegen 2827793 KW.St. im Vorjahre. Dies bedeutet eine Mehrleistung gegen das Vorjahr von 433604 KW.St. = 15,2%. Die nutzbar abgegebene elektrische Arbeit mit Ausnahme des Stromes für das Bahnnetz verteilt sich wie folgt: a) Drehstrom an Private 390152 KW.St. (gegen 162170 KW.St. in 1906). b) Gleichstrom an Private 68019 KW.St. (gegen 73680 KW.St. in 1906). Die größte tägliche Stromerzeugung betrug 10994 KW.St.

Nachweisung über die Gestaltung des Verkehrs der Kleinbahnen im Jahre 1907.

Gegenstand			Kleinbahn Düsseldorf—Krefeld	Kleinbahn Oberkassel—Neuß	Kleinbahn Haus Meer—Uerdingen
Einnahmen aus:	Fahrscheinverkauf		M. 603 049,60	M. 146 614,40	M. 55 307,75
	Gegenüber dem Vorjahre	mehr	» 37 541,35	» 15 184,45	» 2 327,40
		weniger	» —	» —	» —
	Zeitkarten einschl. Schülerkarten		» 126 507,85	» 15 087,30	» 3 413,20
	Gegenüber dem Vorjahre	mehr	» 10 880,60	» 2 952,10	» —
		weniger	» —	» —	» 135,60
	Arbeiterkarten		» 41 074,20	» 12 880,50	» 6 201,25
	Gegenüber dem Vorjahre	mehr	» 3 662,15	» 2 676,75	» 2 281,50
		weniger	» —	» —	» —
Gesamt-Einnahmen aus Personenverkehr			M. 861 531,65	M. 175 482,20	M. 65 012,20
Gegenüber dem Vorjahre		mehr	» 52 084,10	» 20 813,30	» 4 473,30
		weniger	» —	» —	» —
Einnahmen aus Güter-, Markt- und Milchverkehr			M. 30 760,63	M. —	M. 3 757,70
Gegenüber dem Vorjahre		mehr	» —	» —	» 0,80
		weniger	» 3 143,57	» —	» —
Gesamt-Einnahmen aus Personen- und Güterverkehr			M. 892 292,28	M. 175 482,20	M. 68 769,90
Gegenüber dem Vorjahre		mehr	» 48 940,53	» 20 813,30	» 4 474,10
		weniger	» —	» —	» —
Zahl der geleisteten	Personen-	Wagen-Kilometer	1 027 285	425 748	234 708
		Achs- »	5 803 897	940 158	539 300
	Güter-	Wagen- »	65 664	—	10 950
		Achs- »	246 804	—	30 648
Insgesamt		Wagen- »	1 092 949	425 748	245 604
		Achs- »	6 050 791	940 158	569 657
Gegenüber dem Vorjahre		Wagen- »	1 778 410	305 592	244 918
		Achs- »	5 467 697	867 109	515 694
Einnahme pro		Wagen-Kilometer	44,8 Pf.	41,0 Pf.	29,0 Pf.
		Achs- »	14,7 »	18,1 »	12,0 »
Gegenüber dem Vorjahre pro		Wagen- »	47,4 »	30,1 »	26,2 »
		Achs- »	15,2 »	17,8 »	11,4 »

Die Kosten für eine KW.St. sind gegen das Vorjahr gestiegen. Sie betrugen im Berichtsjahre 4,15 Pf. gegen 3,57 Pf. im Jahre 1906 (Verzinsung und Tilgung der Anlage nicht eingerechnet). Diese Steigerung ist auf die Verteuerung der Kohlen und Materialpreise, sowie Anwachsen der Löhne zurückzuführen.

Im Berichtsjahr wurden die von der Maschinenfabrik Hohenzollern gelieferten Kessel 1 und 2 mit Überhitzern ausgerüstet. Ferner mußte eine neue Zentrifugalpumpe mit einer Leistung von 5 cbm pro Min. beschafft werden. Die Pumpe wird durch einen Motor von 17 PS Leistung betrieben.

Der Wagenpark für den Lokalverkehr wurde im Berichtsjahre durch Ankauf eines sog. Verwandlungswagens vergrößert. Außerdem wurden wegen einheitlicher Ausgestaltung unseres Wagenparks drei Lokalwagen mit neuen Motoren, Type GE 58, ausgerüstet.

Die geleisteten Achskilometer sind gestiegen von 6 890 136 im Jahre 1906 auf 7 560 906 im Berichtsjahre.

Die Kosten der Wagenunterhaltung sind wiederum erheblich gestiegen und zwar von 1,508 Pf. für das Achskilometer im Jahre 1906 auf 2,12 Pf. für das Achskilometer im Jahre 1907. Diese Steigerung findet ihre Begründung in der erheblichen Steigerung der Materialpreise, in dem Anwachsen der Löhne und in der sorgfältigeren Unterhaltung der Wagen.

Im verflossenen Geschäftsjahre wurden neu verlegt: 250 m Hochspannungskabel 3 × 5000 Volt, 600 m Niederspannungskabel 3 × 220 Volt, 3 Stück Hochspannungs-Freileitungsanschlüsse 3 × 5000 Volt, von insgesamt ca. 300 m Länge.

Neu eingerichtet wurden fünf Transformatoren-Unterwerke von insgesamt 157 KW Leistung.

Neu angeschlossen wurden 21 Motoren mit einer Gesamtleistung von 90 PS, 40 Bogenlampen und 813 Glühlampen.

Der gesamte angeschlossene Wert am 31. Dezember 1907 war: 67 Motoren rd. 410 KW, 110 Bogenlampen 65 KW, 2563 Glühlampen 128 KW.

Der Brutto-Überschuß beträgt . . . M. 950 734,64
hierzu Vortrag aus 1906 . . . . . » 59 149,68
zusammen M. 1 009 884,32

Von dieser Summe sind in Abzug zu bringen:

a) Absetzreibungen . . M. 200 324,—
b) Zuweisungen zu den verschiedenen Fonds » 153 033,48
c) Tantiemen und Remuneration für Beamte . » 22 638,— » 375 995,48
Reingewinn . . . M. 633 888,84

Der Reingewinn wird wie folgt verteilt:

a) 6% Dividende auf M. 9 Mill. Aktienkapital . . . . . M. 540 000,—
6% Dividende auf M. 1 Mill. Aktienkapital . . . . . » 30 000,—
für 1/2 Jahr
b) auf neue Rechnung vorzutragen . . » 63 888,84
M. 633 888,84

Neue Bücher.

Bau rationeller Francisturbinenlaufräder. Von Ingenieur Viktor Kaplan, Dozent und Konstrukteur an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Brünn. Mit 91 Abbildungen und 7 Tafeln. VIII und 346 Seiten. 8°. München und Berlin 1908, Verlag von R. Oldenbourg. Preis geb. M. 9.

Der durch seine Beiträge zur Konstruktion von Francisturbinenlaufrädern in den letzten Jahrgängen der Zeitschrift f. d. ges. Turbinenwesen schon vorteilhaft bekannt gewordene Verfasser gibt im vorliegenden Buche eine für Praxis und Studium gleich wertvolle eingehende Behandlung des schwierigen Problems, für jeden Einzelfall der Praxis die rationelle Laufradschaufelung für die jetzt so verbreiteten Francisturbinen zu entwerfen. Das Kaplansche Buch dürfte wohl die erste und in mancher Hinsicht vollständigste streng wissenschaftlich gehaltene Monographie über dieses Sondergebiet sein und bietet eine Fülle von Anregungen und Konstruktionsgrundlagen, die vielfach auf eigenen Ideen des scharfsinnigen Verfassers beruhen. Das Studium des Buches ist freilich etwas mühsam, da es sich dabei u. a. um das Eindringen in ziemlich verwickelte geometrische Konstruktionen handelt. Wenn man aber einmal den vom Verfasser eingeschlagenen Weg aufmerksam durchwandert hat, wird man mit Hilfe der gegebenen Beispiele und Tafeln leicht und sicher zur rationellen Behandlung von Entwürfen der in Frage stehenden Turbinenlaufräder gelangen können. Der Stoff ist in 13 Abschnitte (A bis N) eingeteilt.

Nach einleitenden Betrachtungen über Wesen und Einteilung der Francisturbinen[1]) werden im Abschnitt C die allgemeinen Grundlagen für rationelle Ermittelung des Schaufelplanes theoretisch und konstruktiv erörtert unter Einführung neuartiger geometrischer Konstruktionen mit Hilfe der vom Verfasser wohl erstmalig hierzu benutzten »isogonalen Trajektorien« und besonderer Näherungskurven zur Vereinfachung des konstruktiven Verfahrens. Es folgen Angaben über die Wahl der Laufradgruppen unter Berücksichtigung der in Abschnitt B gegebenen jetzt üblichen Einteilung in Schnell-, Normal- und Langsamläufer und unter Benutzung des Begriffes der Einheitsdrehzahl. Anschließend werden die verschiedenen Bauarten in rechnerischer und konstruktiver Beziehung behandelt an der Hand ausführlicher Zahlen- und Konstruktionsbeispiele. Interessant sind die Mitteilungen über Kontrolle des dargestellten Rechnungs- und Konstruktionsvorganges an der Hand von Bremsproben an ausgeführten Turbinenanlagen (K), ferner Abbildungen ausgeführter Schaufelmodelle (sog. Schaufelklötze) (L), sowie die kritische Besprechung der bisher üblichen Verfahren von Speidel und Wagenbach, Gelpke und vom Verfasser selbst.

Den Schluß macht eine Anzahl photographischer Abbildungen von ausgeführten Laufrädern aus den verschiedensten Gruppen.

Das auch in zeichnerischer Hinsicht trefflich ausgestattete Buch ist als wertvolle Bereicherung der Literatur über die Francis-Swain-Turbinen zu begrüßen und kann für Studium und Konstruktionspraxis bestens empfohlen werden.

Lewicki.

[1]) Es sei bei dieser Gelegenheit auf eine der letzten Veröffentlichungen von Francis hingewiesen, welche dessen ausgelehnte Versuche an einer Francis-Swain-Turbine betrifft und in Heft 4 des Jahrganges 1875 des »Journal of the Franklin Institute« erschienen ist. Darin werden schon Wirkungsgrade bis 0,838 mitgeteilt.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

B. Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft.

6. Antrieb von gewöhnlichen Hebezeugen aller Arten.

Economy of Electric Elevators. (Elect. World, 18. Jan. 1908, S. 131.) Gelegentlich eines Vortrages über die Aufzugseinrichtungen in dem 42stöckigen Singergebäude in New York wird angegeben, daß der am meisten benutzte Aufzug (Antrieb elektrisch) pro Tag etwa 32 km zurücklegt und dabei einen Arbeitsverbrauch von 1,66 KW.St. pro km hat. — Besprochen wird weiter ein gleichfalls elektrisch betriebener Aufzug im Board of Trade Building in Chicago, hier bilden Motor und Getriebe das Gegengewicht für den Aufzug und dieses Gegengewicht klettert an einer Zahnstange auf und ab. Dieser Aufzug legte in fünf Jahren 56400 km zurück, wobei der mittlere Arbeitsverbrauch 2,36 KW.St. pro km betrug. Reparaturkosten pro Jahr M. 332.

Electric Power in Docks. Von C. E. Taylor. (Elect. Eng., 13. März 1908, S. 362.)* Im Hafenbetriebe verdrängt die Elektrizität das bisher fast ausschließlich verwendete Druckwasser mehr und mehr. Zur Beladung von Schiffen mit Kohlen aus Bunkern dienen Bandkonveyor, die von Elektromotoren angetrieben werden. Es hat bei den Anlagen der North-Eastern-Railways Company ergeben, daß der günstigste Winkel, den das Konveyorband mit der Horizontalen bildet, 25° beträgt. Er kann aber beliebig zwischen 0° und 90° verändert werden. Bei 25° können 500 t Kohle pro Stunde verschifft werden. Bei einem Versuch mußte bei einer kleinen Neigung des Bandes der Antriebsmotor 12 PS leisten und verbrauchte 7 KW.St. zur Förderung von 410 t Kohle, d. s. 0,017 KW.St. für 1 t Kohle. Merkwürdigerweise blieb die Leistung bei jeder Neigung der gleiche; man fand, daß das Band entsprechend

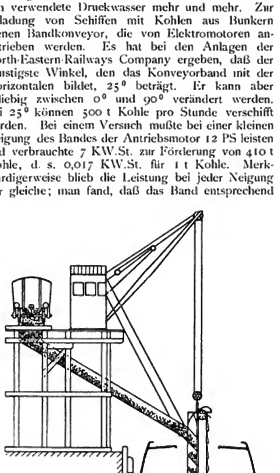


Fig. 609.
Elektrisch betriebenes Becherwerk zum Verladen der Kohle.

dem Gefälle die Kohlenmenge selbsttätig regelte. Die Geschwindigkeit des Bandes beträgt 3,7 m pro Min.; der Antrieb erfolgt durch einen 16pferdigen Drehstrommotor, der mit 800 Umdr. pro Min. läuft.

In North Blyth ist eine Vorrichtung im Gebrauch, welche das Zerbrechen der Kohle beim Sturz in den Schiffsrumpf aus der bei Ebbe sehr großen Höhe verhindern soll. Sie ist im Schema aus Fig. 609 zu ersehen. Sie besteht im wesentlichen aus einer Kette kleiner Kübel, die über zwei Wellen laufen. Das Ganze hängt am Ausleger eines elektrischen Kranes. Die Kohle fällt aus Füllrümpfen über eine Schurre in die Becher auf einer Seite der Kette. Das Gewicht der gefüllten Becher hebt die leeren nach oben. Der Ausleger ist für 8,5 t Tragfähigkeit bestimmt. Der Hubmotor leistet 20 PS, der Schwenkmotor 8 PS. Die Geschwindigkeit der Becher wird durch eine selbsttätig wirkende Zentrifugalbremse auf ungefähr 36 m pro Min. gleichbleibend geregelt. Zum Betriebe eines Wagenkippers für 25 t Tragfähigkeit dienen 250 PS Hubmotoren, die auf einer Welle sitzen und hintereinander und parallel geschaltet werden. Zum Schiefstellen des Wagens ist ein besonderer Motor von 20 PS vorhanden. Der Kipper ist imstande, 230 t Kohle in einer Stunde vom Wagen unmittelbar ins Schiff zu verladen.

Elektrischer Flaschenzug System Pilling. (L'Electricien, 8. Febr. 1908). Die Trommel dieses neuartigen Flaschenzuges sitzt auf einer Welle, die, wie üblich,

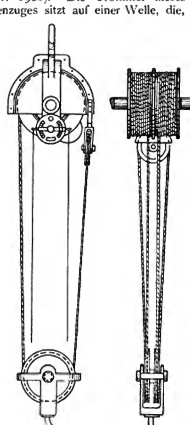


Fig. 610. Elektrischer Flaschenzug System Pilling.

in einem U-förmigen Bügel gelagert ist, der oben den Haken zur Befestigung des Flaschenzuges trägt. Die Trommel ist als Magnetgehäuse des Antriebsmotors ausgebildet, und auf der erwähnten Welle drehbar gelagert, während der Anker des Motors auf die Welle aufgekeilt ist. Beim Betriebe des Flaschenzuges bewegen sich sowohl der Anker wie das Magnetgestell, jedoch in entgegengesetzter Richtung, dabei wird das Gehäuse von der Ankerwelle aus mittels Kegel-, Schnecken- und Stirnradübersetzung angetrieben. Das als Trommel dienende Magnetgehäuse ist mit Spiralrillen versehen, die zur Aufnahme des Hubseiles dienen. Die Seilführung ist aus Fig. 610 ersichtlich. Man hat ein doppeltes Seil vorgesehen, dessen Enden an den äußeren Rändern der Hubtrommel befestigt sind. Die beiden Seiltrümme werden über zwei auf der Achse drehbaren Rollen der Flasche geführt und vereinigen sich auf einer losen Rolle, die am Bügel des Flaschenzuges befestigt ist. Auf diese Weise wird eine vollkommene Symmetrie in der Belastung des Flaschenzuges erzielt. Das erwähnte Schneckengetriebe ist selbstsperrend, wodurch ein Sinken der Last ohne Bremse vermieden wird, solange der Motor stromlos ist. Auf der einen Seite ist die Gehäusetrommel mit drei Schleifringen für die Stromzuführung zur Magnetwicklung und zum Anker des Motors versehen, dessen Steuerung durch einen mittels Seilzug von unten betätigten Wendeanlasser erfolgt.

7. Wirtschaftliche Untersuchungen.

Energieverbrauch von Reversierwalzwerken. Von Ingenieur E. Rieeke. (»Stahl und Eisen«, Nr. 11, 11. März 1908.) An der bekannten nach dem Ilgnersystem ausgeführten Reversierstraße des Eisenwerkes Hildegardhütte in Trzynietz sind Versuche über den Arbeitsverbrauch beim Walzen verschiedener Profile gemacht, die Ergebnisse für sechs Profile werden mitgeteilt. Der Arbeitsverbrauch für 1 t Einsatz schwankt je nach dem Profil und dem Maß der Verlängerung zwischen 29 bis 71 KW.St. Die bei den einzelnen Profilen erzielten Verlängerungen sind in der mitgeteilten Tabelle der Arbeitsverbrauchszahlen jedoch nicht angegeben.

C. Beschreibung ausgeführter oder geplanter Bahnanlagen sowie besonderer Systeme.

1. Vollbahnen.

Richmond a Chespeake Bay Single-Phase Railway. (Street R. Journ., 7. März 1908, S. 364.)* 23,8 km lange Bahn zwischen Richmond und Ashland. 6600 Volt Wechselstrom ohne Transformierung. Die Zugsteuerung ist so eingerichtet, daß von den vier Motoren eines Wagens je ein Paar zusammen mit ihren Schaltern und Leitungen eine für sich unabhängige Ausrüstung bilden, so daß beim Versagen eines Teiles der andere für sich betrieben werden kann. Schaltungsschema. Leistung eines Motors 125 PS (G. E. A. — 603 — A.). Jeder Wagen hat zwei Pantograph-Stromabnehmer mit Stahlbügeln und Rille für die Schmierung. Abmessungen der Wagen: Gesamtlänge 16,55 m, Höhe 4,08 m, Breite 2,93 m, 64 Sitze (bzw. 48, wenn Gepäckabteil vorhanden), Gewicht des Oberwagens 20900 kg, Abstand der Drehzapfen 9,22 m. Die Generatoren im Kraftwerk sind einerseits mit einer Turbine, anderseits mit einer Dampfmaschine direkt gekuppelt. Beim Antrieb durch letztere werden die Verbindungsbolzen mit der Turbine gelöst. Einzelheiten des Kraftwerks, der Fahrleitungen, des Unterwerks, Oberbaues, Eisenbetonviadukts und der Endstationen.

Herausgegeben von Professor Dr.-Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A. Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUILLE-Dresden; Amtsgerichtsrat GOERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Ingenieur Eugen EICHEL-Berlin; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; L. C. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. ROSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **3. Oktober 1908.** **Heft 28.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagsbuchhandlung und sämtlichen Annoncen-Expeditionen zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Anzeigenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT

Über Wechselstrombahnmotoren der Maschinenfabrik Oerlikon und ihre Wirkungen auf Telephonleitungen. Von Dr. Hans Behn-Eschenburg. S. 517.

Unipolarmaschinen der General Electric Co. Von E. Noeggerath, Schenectady. S. 563.

Schienastolzme/awagen der städtischen Straßenbahnen in Wien. Von Direktor L. Spängler, Wien. S. 568.

Kleine Nachrichten. S. 570. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft: Stromsystem- und verwandte Fragen. — Aus dem Rechtsleben: Haftpflicht.

Aus den Geschäftsberichten. S. 573. Auszug aus dem 36. Geschäftsbericht für 1907 der Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co., Akt.-Ges. in Breslau.

Neue Bücher. S. 573.

Zeitschriftenschau. S. 574.

Über Wechselstrombahnmotoren der Maschinenfabrik Oerlikon und ihre Wirkungen auf Telephonleitungen. [1])

Von Dr. Hans Behn-Eschenburg.

a) Geschichtlicher Überblick über die Telephonstörungen der Wechstrombahn Seebach-Wettingen.

Nach dem System der Wechselstrombahnen mit Kommutatormotoren sind zurzeit in Amerika und Europa ca. 250000 PS, darunter Lokomotiven mit direkt auf den Triebachsen sitzenden Motoren von 200 und 500 PS Leistung, in Betrieb gesetzt oder in Ausführung. Dabei hat aber das System sein Hauptgebiet, nämlich die eigentliche Vollbahn, erst ganz vereinzelt erobert. Von den Experten der schwedischen und bayerischen Staatsbahnen ist zwar schon das System in erster Linie zur Einführung empfohlen. Was nützt nun aber das glänzendste System, wenn eine staatliche Telegraphenverwaltung den Betrieb von Lokomotiven mit diesem System in der Nähe ihrer Leitungen verbieten kann. So ist es gewiß merkwürdig, daß die langwierigsten Schwierigkeiten, die der Eröffnung des Betriebes der ersten schweizerischen Wechselstrombahn Seebach—Wettingen entgegenstanden, durchaus nicht von der Wirkungsweise der Anlage im eigentlichen Bahnbetrieb herrühren, sondern durch sekundäre Störungen verursacht wurden, welche der elektrische Betrieb in einigen interurbanen Telephonlinien hervorbrachte, die in der Nähe der Bahnlinie verliefen.

Da bei sehr vielen schweizerischen Bahnstrecken Telephonlinien in ähnlichen Verhältnissen wie bei der Bahn Seebach—Wettingen parallel neben dem Fahrdamm verliefen, so konnte der vorliegende Fall als typisch gelten, es mußte dem Problem der Störungen von vornherein eine prinzipielle Bedeutung beigemessen werden. Eine Versetzung des Telephongestänges in größere Entfernung von der Bahnstrecke oder eine Verlegung der Telephonleitungen in Kabel mußte, abgesehen von den empfindlichen Kosten, wenn irgend möglich, vermieden werden, um nicht bei künftigen Unternehmungen zur Einführung des elektrischen Betriebes als ein drohender Präzedenzfall im Wege zu stehen. Wenn es den technischen Leitern der Telephonverwaltung einerseits und der Maschinenfabrik Oerlikon anderseits gelungen ist, gerade in einem der schwierigen Fälle unter Beibehaltung der vorhandenen Leitungen und Beibehaltung der höchsten in Betracht fallenden Fahrdrahtspannung einen telephonischen Verkehr praktisch gänzlich frei von Störungen zu erhalten, so scheint damit nun auch ein schlimmes Hindernis für die Elektrisierung der Bahnen endgültig überwunden zu sein.

Die ersten Versuche für die elektrische Bahn Seebach—Wettingen, die bis ins Jahr 1902 zurückreichen, wurden bekanntlich mit einer Lokomotive ausgeführt, auf der in einem Motorgenerator der Wechselstrom der Fahrleitung von 15000 Volt 50 Perioden, der einer vorhandenen Drehstromkraftübertragung entnommen wurde, in Gleichstrom verwandelt und den Gleichstromnebenschlußtriebmotoren mit der von Ward Leonard eingeführten

[1]) Nach einem Vortrag, geh. v. d. Physik. Gesellsch. Zürich, 23. Juni 1908.

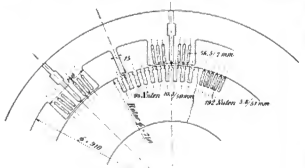


Fig. 611. Blechschnitt des Wechselstrombahnmotors für 250 PS Stundenleistung.

Regelung zugeführt wurde. Der Wechselstrommotor des Motorgenerators war ein seehspoliger Induktionsmotor mit Käfiganker. Auf den letzten 500 Metern der ersten im Jahre 1903/04 ausgebauten Bahnstrecke von etwa 5 km Länge tritt das oben erwähnte Gestänge mit 15 interurbanen Telephonsehleifen an den Fahrdamm heran, um von da denselben auf etwa 18 km Länge nieht mehr zu verlassen.

Es traten starke Störungen des Telephonverkehrs auf infolge Influenz auf der 300 m langen Parallelführung, sobald die Fahrleitung unter Spannung gesetzt wurde. Die Störungen konnten zurückgeführt werden auf die ersten Oberschwingungen der Spannungskurve des 50periodigen Betriebstromes, der damals zur Verfügung stand. Bei Anwendung von ganz reinen Spannungswellen von 50 Perioden waren Störungen kaum wahrnehmbar. Von Anfang an war für den Betrieb der Bahn Wechselstrom mit 15 Perioden vorgesehen, und nach den ersten Versuehen und Ergebnissen durfte erwartet werden, daß dann die Influenzstörungen ganz versehwinden würden, wenn die Generatoren keine sehr hohen Oberschwingungen erzeugen würden. Im Jahre 1904 kam die Generatoranlage mit 15 Perioden in Betrieb, und es wurden tatsächlich keine Influenzstörungen mehr beobaehtet, wenn die Fahrleitung unter Spannung gesetzt wurde ohne gleiehzeitigen Anschluß von Fahrzeugen. Die Kurve der Generatorspannung kann als störungsfrei bezeichnet werden, d. h. sie enthält keine Schwingungen von soleher Schwingungszahl und Amplitude, daß die in den Telephonlinien induzierten Ströme physiologiseh durch das Gehör wahrnehmbar wären Dagegen blieben die induzierten Potentiale und Ladungsmengen bei Berührung und Funkenentladungen selbstverständlich in gleieher Weise wie bei einem der direkt störenden Betriebsströme sehr stark bemerkbar und waren mit Strom- und Spannungszeiger in bekannter Weise meßbar.

Gleichzeitig mit der Einführung des Betriebsstromes mit 15 Perioden kam nun eine neue Lokomotive mit zwei Wechselstrom-Kommutatormotoren, jeder mit einer Stundenleistung von 250 PS, in Betrieb. Die Motoren sind Hauptstrommotoren mit Hilfspolen und phasenverschobenen Hilfsfeldern.

Die Statorbleche haben 8 Hauptpole und 8 kleine Hilfspole, die Rotoren besitzen 96 offene Nuten, die in Fig. 611 veranschaulieht sind. Die Wieklung ist nach dem Schema einer Schleifenparallelwieklung mit Ausgleichleitung als Stabwieklung ausgeführt, 768 Stäbe sind mit 384 Kommutatorlamellen verbunden.

Beim Fahren mit dieser Lokomotive traten nun ganz neue, sehr verwiekelte Telephonstörungen auf. Aus einem Chaos von sieh widersprechenden langwierigen Beobaehtungen und Meldungen konnten langsam folgende Hauptzüge der neuen Erseheinungen herausgeschält werden. Wenn diese Lokomotive leer oder mit Belastung fuhr, trat ein sehr starkes Singen und Pfeifen in den Telephonen auf, dessen Tonhöhe deutlieh mit der Geschwindigkeit der Lokomotive zunahm, dessen Intensität nur unerheblieh von der Stromstärke der Lokomotive abzuhängen sehien und sieh als unabhängig erwies von dem Ort, an welchem die Lokomotive sieh bewegte Die Störungen ergaben sieh z. B. gleieh stark, wenn die Lokomotive sieh auf der Strecke zwisehen dem Kraftwerk und dem Anfang der Parallelführung der Telephonleitungen oder am Ende der ganzen Strecke mit Parallführung sieh befand. Die Störungen waren namentlieh naeh dem vollständigen Ausbau der Fahrleitung mit einer Parallelführung auf 18 km Länge so intensiv, daß in mehreren Metern Entfernung von den Telephonmembranen ein scharfes Pfeifen gehört werden konnte. Die Störungen schienen nieht in allen Telephonsehleifen gleieh stark aufzutreten, aber jedenfalls waren sie in allen Leitungen für einen geordneten Spreehverkehr unzulässig.

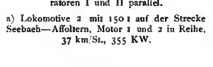
Es mag hier ein Auszug aus einem Bericht der Masehinenfabrik Oerlikon an die Eidgen. Telegraphen-Direktion vom 18. März 1907 mitgeteilt werden, der diese Erscheinungen bespricht.

»Aus den oszillographischen Beobaehtungen der Stromstärke und Spannung in dem Niederspannungsstromkreis der Transformatoren des Kraftwerkes konnten bald eine Reihe typisch sieh wiederholender Bilder ausgelesen werden, von denen in Fig. 612 einige Repräsentanten wiedergegeben sind.

Während die Kurve der Spannung des 15periodischen Betriebsstromes bei stromloser Linie nur sehr kleine Zaekenbildungen zeigt, so lange die Linie unter Spannung steht, ohne daß die Kommutatormotoren laufen (vgl. Oszillogramm Fig. 612e), treten sehr bedeutende Obersehwingungen auf, sobald die Lokomotive fährt. Die Zahl dieser Obersehwingungen ist proportional der Fahrgeschwindigkeit, sie beträgt z. B. bei ca. 22 km Geschwindigkeit 39, bei 37 km 64, bei 28 km 51, bei 35 km 60. Die Amplitude der Zaeken ist bei allen Geschwindigkeiten über 20 km ungefähr gleieh groß und verändert sieh auch nieht wesentlieh, wenn die Lokomotive leer fährt (Oszillogramm Fig. 612c und 612d), oder wenn sie ein angehängtes Zugsgewieht von 150 t befördert (Oszillogramm Fig. 612a und 612b). Die Amplitude steigt bis zu 20% der Amplitude der Grundwelle. Auffallend bei diesen Oszillogrammen ist, daß die Amplitude der Zaeken bei der Stromstärkekurve J ungefähr symmetriseh mit der Grundwelle steigt und fällt, während sie bei der Spannungskurve E ungefähr dort ein Maximum wird, wo das Maximum bei der Stromstärkekurve liegt, also sieh um den Betrag der Phasenversehiebung zwisehen Stromstärke und Spannung bei der Spannungskurve aus der Symmetrieachse versehiebt. Ferner wurde beobaehtet, daß die Entwieklung der Zaeken sieh leieht unregelmäßig gestaltet und den Charakter der Interferenzerseheinungen annimmt, wenn die beiden Motoren wie im normalen Betrieb in Reihe gesehaltet waren, und daß bei Betrieb eines einzelnen Motors die Schwingungen sieh regelmäßiger einstellen. Die Zahl der Oberschwingungen stimmt übereiu mit der Zahl der Nuten der Rotoren, die bei der betreffenden Geschwindigkeit an dem Stator vorübergehen; der Rotor besitzt nämlieh 96 Nuten; bei 22 km Gesehwindigkeit maeht derselbe 6 Umdr./Sek. Der Betriebsstrom hat 14,3 Perioden in der Sekunde, in einer Periode dieses Betriebsstromes

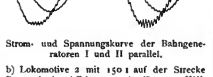
Strom- und Spannungskurve der Bahngeneratoren I und II parallel.

a) Lokomotive 2 mit 150 t auf der Strecke Seebach—Affoltern, Motor 1 und 2 in Reihe, 37 km/St., 355 KW.



Strom- und Spannungskurve der Bahngeneratoren I und II parallel.

b) Lokomotive 2 mit 150 t auf der Strecke Regensdorf—Affoltern, 22 km/St., 340 KW.

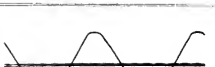


Strom- und Spannungskurve von Bahngenerator I.

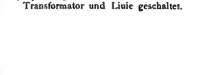
c) Lokomotive 2 leer auf der Streeke Regensdorf—Affoltern, 28 km/St., 150 KW.

Strom- und Spannungskurve von Bahngenerator I.

d) Lokomotive 2 leer auf der Streeke Regensdorf—Affoltern, 35 km/St., 154 KW, nur Motor 1 im Betrieb.

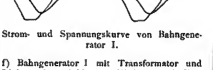


e) Spannungskurve des Generators I, auf Transformator und Linie geschaltet.



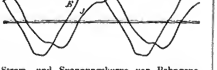
Strom- und Spannungskurve von Bahngenerator I.

f) Bahngenerator 1 mit Transformator und Linie und zwei Motoren W. B. 40, 266 Volt und 192 Amp. Gleichzeitig Hörversuche.



Strom- und Spannungskurve von Bahngenerator I.

g) Generator 1 mit Transformator und Linie und zwei Motoren W. B. 40, 416 Volt und 148 Amp. Gleichzeitig Hörversuche.

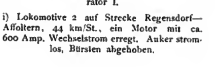


Strom- und Spannungskurve von Bahngenerator I.

h) Lokomotive 2 auf Strecke Affoltern—Regensdorf, 21 km/St., ein Motor mit ca. 600 Amp. Wechselstrom erregt. Anker stromlos, Bürsten abgehoben.

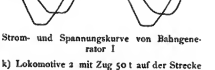
Strom- und Spannungskurve von Bahngenerator I.

i) Lokomotive 2 auf Strecke Regensdorf—Affoltern, 44 km/St., ein Motor mit ca. 600 Amp. Wechselstrom erregt. Anker stromlos, Bürsten abgehoben.



Strom- und Spannungskurve von Bahngenerator I

k) Lokomotive 2 mit Zug 50 t auf der Strecke Seebach—Affoltern, 24 km/St., ein Motor mit neuem Anker im Betrieb.



Strom- uud Spannungskurve von Bahngenerator I.

l) Lokomotive 2 mit Zug 50 t auf der Strecke Regensdorf—Affoltern, 43 km/St., ein Motor mit neuem Anker im Betrieb.

Strom- und Spannungskurve von Bahngenerator I.

m) Lokomotive 2 leer auf der Strecke Seebach—Affoltern, 42 km/St., ein Motor mit neuem Anker im Betriebe.

Fig. 612. Oszillographische Aufnahmen der Stromstärke und Spannung im Niederspannungsstromkreis der Transformatoren.

passieren also $\frac{6 \times 96}{14.3} = 40$ Rotorzaeken den Rotor.

Das Oszillogramm Fig. 612b zeigt 39 Oberschwingungen. Die Übereinstimmung ist in Anbetracht der nicht sehr genauen Bestimmung der Lokomotivgeschwindigkeit vollkommen.

Wolter stammen nun diese Oberschwingungen? Ein möglicher Zusammenhang mit den Nuten leuchtet sofort ein und die allbekannte Erscheinung der Bildung von Oberschwingungen in den Kurven der elektromotorischen Kraft von Stromerzeugern infolge der Nuten oder Zähne des Ankereisens tritt in Erinnerung.

Von den bekannten Oberschwingungen bei Stromerzeugern unterscheiden sich die beobachteten Schwingungen der Lokomotivmotoren wesentlich dadurch, daß die ersteren schon bei Leerlauf in dem induzierten System auftreten und bei Belastungen im allgemeinen abgeflacht werden, während die letzteren im induzierenden Strome erscheinen und sich beinahe unabhängig von der Belastung ausbilden. Es lag ferner nahe, bei den Oberschwingungen der Kommutatormotoren an die Einwirkungen der Kommutationsvorgänge zu denken, denn die Lamellenzahl ist das Vierfache der Nutenzahl und also unter Umständen auch geeignet, die beobachtete Zahl der Oberschwingungen zu veranlassen, da ja bekanntlich die in einer gemeinsamen Nute gelagerten Leiter sich bei der Kommutation verschieden verhalten.

Daß aber die Kommutation nur einen geringen Beitrag zu den Oberschwingungen abgibt, kann schon allgemein daraus geschlossen werden, daß diese Ober-

schwingungen bei sehr verschiedenen Stromstärken und Geschwindigkeiten nahezu gleich stark auftreten, während die Kommutationsverhältnisse sich dabei sicher ändern müssen.

Die Oberschwingungen haben durchaus nicht den Charakter von Stromstärkeschwingungen, die durch veränderlichen Widerstand des Stromkreises, also z. B. periodischen Unterbrechungen und Kurzschluß, wie sie die Kommutation mit sich bringt, bewirkt würden. Die Oberschwingungen sind vielmehr wesentlich Schwingungen der elektromotorischen Kräfte in dem Hauptstromkreis der Motoren. Um diese Vorstellung zu bestätigen, wurden die Oszillogramme Fig. 612h und 612i aufgenommen, bei denen die Anker der Motoren stromlos und ohne Stromabnehmer in dem mit dem Fahrleitungsstrom erregten Magnetfeld zur Rotation gebracht werden. Die elektrische Lokomotive wurde dabei nach einem Vorschlag der Siemens-Schuckert-Werke mittels einer Dampflokomotive angetrieben. Das Oszillogramm Fig. 612h zeigt wieder die gleiche Art Oberschwingungen des Erregerstromes, wie bei dem normalen Betriebsstrom; auch die Telephonstörungen verhielten sich annähernd gleich.

Es liegt die Vermutung nahe, daß alle Mittel, die die Bildung von Oberschwingungen bei Stromerzeugern günstig beeinflussen, auch bei den verwendeten Motoren zur Wirkung kommen würden. Zu diesem Zweck wurden die Oszillogramme und Telephonstörungen beobachtet, die der Betrieb von Wechselstrom-Reihenschlußmotoren mit wesentlich andern Nuten ergab. Die Maschinenfabrik Oerlikon hat für die Wechselstrombahn Locarno—Valle—Maggia eine Reihe von 40 PS-Motoren Type W B 40 gebaut, deren Ständer gleichmäßig genutet und mit verteilten Erreger- und Kompensationswicklungen und Hilfspolen ausgerüstet sind und deren Läufer 126 ganz geschlossene Nuten besitzen.

Diese Motoren erzeugen nun tatsächlich wesentlich geringere Oberschwingungen und damit zusammenhängend auch wesentlich geringere Telephonstörungen, die zwar in den ungekreuzten Telephonleitungen noch gut wahrnehmbar sind, in der gekreuzten Leitung aber verschwinden.

Die Motoren wurden im Probierraum der Maschinenfabrik Oerlikon durch den Strom des Bahnkraftwerkes getrieben und die Fahrleitung mit den primären Transformatoren parallel geschaltet, so daß die Fahrleitung mit allen Potentialschwingungen der Motoren geladen wurde, wie bei dem Lokomotivbetrieb. Die Oszillogramme Fig. 612f und 612g zeigen die feinen Oberschwingungen dieser Motoren, die Oberschwingungen betragen etwa 2% der Grundschwingungen.

Zu den Oscillogrammen ist noch allgemein zu bemerken, daß durchaus nicht immer bei gleicher Stromstärke und Geschwindigkeit sich in jedem Moment die gleichen Bilder zeigen, sondern daß wahrscheinlich noch eine Reihe Wirkungen mitspielen, welche die Bildung der Oberschwingungen vorübergehend begünstigen und in den Motoren, in der Stromabnahme oder in den Verhältnissen der Linie und den Transformatoren zu suchen sind und den Charakter von Resonanz- oder Interferenzerscheinungen besitzen.

Die Schwingungen treten während der Fahrt der Lokomotive oft ohne auffällige Veranlassung besonders stark ein und verschwinden wieder mehr oder weniger. Sie bilden sich nicht sofort bei Beginn der Fahrt, sondern sie tauchen gewissermaßen zögernd auf und entwickeln erst nach und nach einen einigermaßen stationären Verlauf. Bei Geschwindigkeiten unter 20 km treten selten stationäre Schwingungen auf. Die Oberschwingungen der kleinen Motoren W B 40 zeigen auch starke Änderungen, je nachdem die Linie in den Hochspannungskreis ein- oder ausgeschaltet wurde. Jedenfalls sind die typischen Verhältnisse, soweit dadurch die Haupterscheinung mit den am stärksten hervortretenden Oberschwingungen erklärt werden kann, in den mitgeteilten Bildern deutlich erkennbar. Es muß weitern Untersuchungen vorbehalten bleiben, die Einflüsse höherer Ordnung zu eliminieren.

Auf Grund dieser Untersuchungen hat die Maschinenfabrik Oerlikon im Januar 1907 für die beiden Lokomotivmotoren neue Anker in Ausführung gegeben, deren Fertigstellung in den nächsten Wochen bevorsteht. Diese sind mit geschlossenen, bedeutend kleineren Nuten versehen als die gegenwärtig in Betrieb befindlichen und außerdem ist die Nutenachse um den Betrag einer Nutenteilung geneigt gegen die durch die Rotorachse gehende Schnittebene.

Aus den mitgeteilten Resultaten lassen sich ungefähr folgende zahlenmäßige Verhältnisse der beobachteten Telephonstörungen aufstellen.

Die Schwingungszahlen zwischen 600 bis etwa 1200 (20—40 km) sind besonders störend, wahrscheinlich infolge von Resonanz mit den eigenen Schwingungszahlen der Telephonmembranen. Betragen die Amplituden der Oberschwingungen 10% der Amplituden der Grundwelle wie bei den Motoren der Lokomotive, so werden die Störungen bei Anwendung von Hochspannung von 14000 Volt praktisch unzulässig auch in den gekreuzten Telephonleitungen, während sie bei Niederspannung von 700 Volt praktisch vernachlässigbar sind. Die effektiven Werte der Oberschwingungen allein betragen in diesen beiden Fällen 2800 und 140 Volt. Die Oberschwingungen der kleinen Motoren Type W B 40 (Oszillogramm 612f u. g), die nur etwa 2% der Grundschwingung betragen, stören auch bei 14000 Volt Fahrleitungsspannung, also mit einem effektiven Wert der Oberschwingungen von etwa 280 Volt, praktisch nicht.«

Als diese Einsichten gewonnen waren, wurden (Anfang 1907) die beiden Rotoren der Lokomotivmotoren so umgebaut, daß die Reluktanz während einer Umdrehung möglichst gleichmäßig verlaufen muß. Die Ständer wurden unverändert beibehalten, ebenso die Kommutatoren und die Wicklung des Läufers, dagegen wurde das Ankereisen jetzt mit 192 ganz geschlossenen Nuten ausgeführt, deren Achsen außerdem um eine Nutenteilung schräg gegen die Achsialebene geneigt sind (vgl. Fig. 611).

Es mag hier hinzugefügt werden, daß gleichzeitig mit der Einführung der geschlossenen Rotornuten auch die Widerstandsverbindungen zwischen Wicklung und Kommutator weggelassen wurden. So beängstigend diese Anordnungen nach gewissen Kommutationstheorien sein mögen, ist doch zu konstatieren, daß die Kommutation der Rotoren in gleich vollkommener Weise verläuft, wie die der alten und daß die Lokomotiven über 25000 km zurückgelegt haben, ohne daß die Kollektoren oder Bürsten bearbeitet werden mußten.

Mit den neuen Rotoren verschwanden tatsächlich auf den Oszillogrammen (vgl. Fig. 612k, l u. m) die Oberschwingungen in der Spannungskurve der Motoren und die Störungen der Telephone waren auf einigen Linien kaum mehr wahrnehmbar, auf andern Linien so weit reduziert, daß die Überzeugung gewonnen wurde, der letzte hörbare Rest lasse sich durch einige durchgreifende, im Prinzip aber längst bekannte Verbesserungen der Telephonleitungen vollkommen heben.

Die vorhandenen Telephonschleifen waren ursprünglich zur Verhütung des Mitsprechens auf ihrer ganzen Ausdehnung mit einigen wenigen Kreuzungen der beiden

Drähte versehen, auf der Strecke der Parallelführung neben der Bahnlinie waren etwa acht Kreuzungen vorhanden.

Die Verbesserungen bestanden nun hauptsächlich in der Einführung zahlreicher regelmäßiger Kreuzungen der Drähte der verschiedenen Telephonschleifen, wobei die von der Fahrleitung entfernteren Schleifen weniger Kreuzungen erhielten als die näheren, ferner wurden sämtliche Schleifen mit sog. Entladespulen versehen. Es war anzunehmen, daß die entfernteren Schleifen einer geringeren Influenz ausgesetzt sind und durch die näheren einen Schutz erhielten.

Die Motoren einer dritten von den Siemens-Schuckert-Werken gelieferten Lokomotive zeigten bedeutend geringere Oberschwingungen als die ersten Motoren der ersten Lokomotiven. Eine Beschreibung dieses Motors findet sich in der E. T. Z. 1907, S. 830. Dort ist ersichtlich, daß die Statoren 56 halbgeschlossene Nuten besitzen, während die Rotoren mit einer Reihenparallelwicklung in 74 offenen Nuten ausgerüstet sind.

Es leuchtet nach dem früheren ohne weiteres ein, daß ein solches Verhältnis der Nutenzahlen von Stator und Rotor, welche nur den gemeinsamen Faktor 2 besitzen, verhältnismäßig geringe Reluktanzschwankungen während einer Umdrehung ergeben kann, im Vergleich mit den ursprünglichen Verhältnissen der Nuten der ersten Lokomotive.

Es ist interessant sich zu erinnern, daß die gleichen Mittel, welche bei diesen Motoren zur Vermeidung der Oberschwingungen der EMK. geführt haben, bei Wechselstromgeneratoren eine schon lange bekannte Anwendung gefunden haben. Die Schrägstellung der Nuten ist schon im Jahre 1897 in einem Patente von Blathy und Kando für Drehstrom- und Wechselstrom-Induktionsmotoren bei elektrischen Bahnen und Telephonanlagen mit Erdrückleitung vorgeschlagen worden zu dem Zwecke, Oberschwingungen in der Stromstärke und Telephonstörungen durch vagabundierende Ströme zu vermeiden. Bei Gleichstrommaschinen findet man die Schrägstellung gelegentlich angewendet zur Vermeidung von Lärm. Es wird in allen Fällen als eine Verfeinerung der Konstruktion gelten können, Schwingungen der Reluktanz zu vermeiden, da mit diesen Schwingungen nicht nur die Entstehung von Oberschwingungen, sondern auch Energieverluste und gelegentlich auch Komplikationen des Kommutationsproblems zusammenhängen müssen.

Die neue Erfahrung bei den mit Niederspannung arbeitenden Wechselstrom-Kommutatormotoren besteht vor allem in der Erregung von Oberschwingungen der elektromotorischen Kraft und in der Übertragung dieser Oberschwingungen auf die Kurve der Hochspannung in der Fahrleitung und in der dadurch vermittelten Beeinflussung oder Influenz der benachbarten Telephonleitungen mit sehr hohen Schwingungszahlen.

b) Theorie der Oberschwingungen in den Motoren.

Zum Schlusse soll eine theoretische Erklärung der Erscheinung der Oberschwingungen in den Motoren versucht werden, die ebenfalls dem oben zitierten Bericht an die Telegraphendirektion vom 18. März 1907 entnommen ist.

»Die Hauptmagnetspulen des Motors führen den Hauptstrom i, der angenähert durch eine einfache Sinuswelle mit der Periodenzahl des Stromerzeugers dargestellt wird.

$$i = J \cdot \sin \omega t \,. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

R soll den Wert der sog. magnetischen Leitfähigkeit des ganzen Magnetsystems bezeichnen. Diese Leitfähigkeit variiert nun von einem Maximum bis zu einem Minimum, während der genutete Anker sich um eine

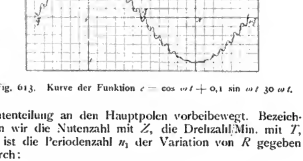


Fig. 613. Kurve der Funktion $\varepsilon = \cos \omega t + 0{,}1 \sin \omega t \, 30 \, \omega t$.

Nutenteilung an den Hauptpolen vorbeibewegt. Bezeichnen wir die Nutenzahl mit Z, die Drehzahl Min. mit T, so ist die Periodenzahl n_1 der Variation von R gegeben durch:

$$\frac{Z J}{60} = n_1, \text{ wir schreiben } \omega_1 = 2 \pi n_1.$$

Es läßt sich also setzen:

$$R = R_0 \, [1 + k (\sin \omega_1 t + a)].$$

Dabei bedeutet k den Bruchteil, um den die magnetische Leitfähigkeit R von ihrem Mittelwert R_0 periodisch abweicht.

Wenn wir nun von der Verzögerung durch Hysteresis in der Magnetisierung des Eisenkörpers zunächst absehen, so ist der Kraftfluß F, den der Strom i erregt, gegeben durch:

$$F = c \, i \, R, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 4)$$

wobei der Koeffizient c in bekannter Form von den Wicklungen abhängt. F erhält dadurch die Form:

$$F = c \cdot J R_0 \, [\sin \omega t + k \sin \omega t \sin (\omega_1 t + a)] \, . \quad 5)$$

Die elektromotorische Kraft, die F in der Magnetspule erzeugt, ist gegeben durch:

$$e_1 = c_1 \frac{\partial F}{\partial t} = E_1 \cos \omega t + E_1 \, k \frac{\omega_1}{\omega} \sin \omega t \cos (\omega_1 t + a) + E_1 \, k \cos \omega t \sin (\omega_1 t + a).$$

Eine zweite elektromotorische Kraft e_2 wird durch die Rotation des Ankers in dem magnetischen Felde F erzeugt, die in Phase mit F steht. Wir setzen daher:

$$e_2 = E_2 \sin \omega t + E_2 \, k \sin \omega t \sin (\omega_1 t + a).$$

Die Resultierende dieser beiden elektromotorischen Kräfte gibt die totale Motorspannung und es ist ersichtlich, daß durch die Oberschwingungen des magnetischen Widerstandes analoge Oberschwingungen in dem Stromkreis der Motoren hervorgebracht werden, die sich wieder der Stromstärke selbst und dadurch abermals dem Magnetfeld mitteilen müssen.

Dabei wird die Stromstärke in den Hauptphasen der Grundwelle mit dem Kraftfluß übereinstimmen, ihre einzelnen Oberschwingungen können aber zusammen mit den Schwingungen des magnetischen Widerstandes und der hysteretischen Verzögerung der Magnetisierung neue sehr verwickelte Kombinationen hervorbringen.

In der Fig. 613 ist eine Kurve gezeichnet worden, der Funktion

$$\varepsilon = \cos \omega t + 0{,}1 \cdot \sin \omega t \cos 30 \, \omega t.$$

Der Charakter der Kurve stimmt vollständig überein mit den beobachteten Oszillogrammen. Es ist dabei $k = 0{,}1$; $\omega_1 = 30 \, \omega$.

Diese Überlegungen genügen, um den ungemein labilen Charakter der Oberschwingungen und den verwickelten Zusammenhang ihrer Amplitude mit der Geschwindigkeit zu begreifen.

Es ist aus den ersten Gleichungen ersichtlich, daß das Auftreten der maximalen Oberschwingungen auf der Grundwelle der Klemmerspannung gegenüber den Oberschwingungen auf der Grundwelle der Stromstärke verschoben erscheint, je nach der Phasenverschiebung zwischen Spannung und Stromstärke, also analog dem Verhalten der Oszillogramme.

Die beobachtete Erscheinung, daß bei zwei in Reihe geschalteten Motoren die Oberschwingungen viel unstabiler eintreten als bei einem einzelnen in Betrieb befindlichen Motor, dürfte ohne weiteres aus der nicht vollkommen gleichen Geschwindigkeit beider Motoren und daher aus Interferenz der oszillierenden magnetischen Reluktanz der beiden Motoren abgeleitet werden.

Eine noch weitergehende Verfolgung dieser merkwürdigen Funktionen würde über die Grenze der vorliegenden praktischen Aufgabe hinausführen. Es genügt Übereinstimmung des Charakters der hauptsächlichsten Erscheinung mit den theoretischen Folgerungen nachgewiesen zu haben, die aus der Annahme des mit der Nutenzahl periodisch schwankenden magnetischen Widerstandes abgeleitet werden kann.

Aus dieser Annahme erklärt sich nun ohne weiteres auch die auffallende Erscheinung, daß der effektive Wert der Stromstärke nur geringen Einfluß auf die Amplitude der Oberschwingungen hat. Der Kraftfluß F ist nämlich nicht ohne weiteres proportional den momentanen Werten der magnetisierenden Stromstärke i, sondern je nach der Sättigung des Eisens wird sowohl eine Verzögerung des Kraftflusses als auch eine Verminderung des Verhältnisses zwischen Kraftfluß und Stromstärke eintreten.

Die effektiven Stromstärken der Motoren zwischen Leerlauf und Vollbelastung der Lokomotive liegen zwischen 400 und 1200 Amp. Das Eisen der Motoren ist aber schon bei 400 Amp. so gesättigt, daß der effektive Kraftfluß bei 1200 Amp. nur etwa 1,5 mal größer ist als bei 400 Amp., oder daß die magnetische Leitfähigkeit K_0 in unserer obenstehenden Formel bei 1200 Amp. höchstens 50% der Leitfähigkeit bei 400 Amp. beträgt.

Dazu kommt, daß bei höheren magnetischen Sättigungen der Ankerzähne der prozentuale Wert des mit der Stellung der Rotorzähne variablen Betrages K der magnetischen Leitfähigkeit, welcher die Oberschwingungen verursacht, wahrscheinlich kleiner wird, so daß in den Formeln der elektromotorischen Kraft e_1 und e_2 die Amplitude der Oberschwingungen bei weitem nicht proportional mit J wächst, sondern von gewissen Grenzen der Sättigung an nahezu konstant bleiben kann, da mit wachsenden J sowohl K_0 als K abnehmen.

Der Beweis dürfte hierdurch erbracht sein, daß der Hauptbetrag der durch die Motoren der Lokomotive II erzeugten Oberschwingungen in der Spannungskurve nicht durch die Kommutation, sondern durch die Schwankungen des magnetischen Widerstandes des Motoreisenkörpers hervorgebracht wird und somit keine mit dem besonderen System der Kommutatormotoren wesentlich zusammenhängende Erscheinung, sondern vielmehr eine durch besondere konstruktive Verhältnisse bedingte rein individuelle Eigenschaft dieser beiden Motoren darstellt. Es könnten z. B. die gleichen Eigenschaften auch bei Induktionsmotoren ohne Kommutator auftreten.

Mit dem Vorstehenden ist keineswegs bewiesen, daß nicht auch noch Oberschwingungen anderer Art, z. B. infolge der Kommutationsvorgänge auftreten, die vielleicht auch nach der Beseitigung der Oberschwingungen der ersten Art Störungen verursachen können. Die praktische Aufgabe ist jedenfalls zunächst, die einmal deutlich erkannten Ursachen wegzuräumen.«

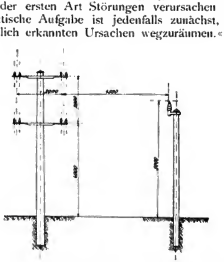


Fig. 614. Anordnung der Telephonleitungen neben der Hochspannungsleitung.

c) Dimensionen der Leitungen und Apparate.

Um nun die Größenverhältnisse der durch diese Oberschwingungen bewirkten Störungen näher zu studieren, mögen hier noch einige Zahlenwerte über die Kapazitäten, Isolationen der verschiedenen Leitungen, über die Schwingungszahlen der Motoren und die Empfindlichkeit der verwendeten Apparate angeführt werden.

Die Oberleitung der ganzen Strecke Seebach-Wettingen mit ihren Aufhängungen nimmt bei 15000 Volt Spannung und 14,3 Perioden im Mittel einen Ladestrom von 0,5 Amp. auf und zeigt im Mittel einen Energieverlust durch Ableitungen von 600 W. Diese Werte wurden am 30. April 1908 gemessen, am 6. Juni betrug der Verlust nur 400 W; das beweist die außerordentlich günstigen Isolationsverhältnisse trotz der teilweise komplizierten Aufhängung und trotz der beständigen Rußbildung an den Leitungen besonders in den Bahnhöfen Seebach und Wettingen, wo neben den elektrischen Lokomotiven regelmäßig auch Dampflokomotiven verkehren und die elektrischen Leitungen in Rauch einhüllen[1]). Der Ohmsche Widerstand der ganzen Fahrleitung mit Erdrückleitung beträgt bei 30 bis 50 Amp. Stromstärke 5,2 Ω, die Impedanz bei 15 Perioden $7 \cdot 10^3$. Es zeigte sich, daß nur ein sehr kleiner Bruchteil der Stromstärke den Schienen folgt.

Die Isolation der Telephonleitungen ist nach der Witterung außerordentlichen Schwankungen unterworfen, so wurden z. B. am 19. und 20. November 1907 in der Züricher Telephonzentrale folgende Werte gemessen:

Telephonschleife Zürich—Bern 140 km Länge, 3 mm Draht.

29. Nov.	erster	Draht:	420	Megohm	pro km
	zweiter	»	372	»	» »
30. »	erster	»	12	»	» »
	zweiter	»	11,6	»	» »

Zürich—Neuenburg 160 km Länge, 3 mm Draht.

29. Nov.	erster	Draht:	104	Megohm	pro km
	zweiter	»	139	»	» »

Zürich—Aarau 50 km Länge, 2 mm Draht.

29. Nov.	erster	Draht:	112	Megohm	pro km
	zweiter	»	104	»	» »
30. »	erster	»	16,9	»	» »
	zweiter	»	18	»	» » usf.

[1]) Während eines Platzregens stieg der Verlust auf ca. 2000 W.

Die oberirdischen Leitungen sind in der Nähe der Stadt Zürich an ein Kabel von 3 km Länge angeschlossen. Die Kapazität der an die Berner Schleife angeschlossenen Ader betrug z. B.:

Erster Draht: 0,283 M.F.,
zweiter » 0,271 »

der kleinste Wert einer Ader beträgt 0,26 M.F., der größte Wert 0,28. Die Kapazität der Freileitungen wollen wir nach den Anleitungen des vorzüglichen Aufsatzes von Schrottke berechnen. E. T. Z. 1907, S. 707.

Als einfachsten Fall betrachten wir nach Fig. 614 die verschiedenen Kapazitäten der beiden Drähte einer Telephonschleife, die das erste Mal in einem Abstand von 4 m vom Boden und in einem seitlichen Abstand von 4,50 m, das zweite Mal in einem Abstand von 6,5 m von dem Fahrdraht sich befindet und zweitens einer Telephonschleife, die in 6 m Entfernung vom Boden die beiden gleichen seitlichen Abstände vom Fahrdraht besitzt.

Es bezeichne (Fig. 615) c_1 c_2 die gegenseitigen Kapazitäten zwischen Fahrdraht und Schleifendraht I bzw. II, c_{12} die gegenseitige Kapazität der beiden Schleifendrähte, c_1^0 die Kapazität des ersten Schleifendrahtes gegen Erde, c_2^0 die des zweiten, c_0 die des Fahrdrahtes. Der Abstand der beiden Telephondrähte sei 30 cm, der Radius 0,15 cm, der Radius des Fahrdrahtes 0,4 cm, der Abstand des Fahrdrahtes vom Boden 5 m.

In folgender Tabelle sind diese Werte zusammengestellt, jeder Wert erfordert bekanntlich die Auflösung einer Determinante von neun Gliedern. Der Abstand vom Erdboden sei d, der Abstand des näheren Telephondrahtes von dem Fahrdraht d_{12}. Die Kapazitäten sind gemessen in M.F. für 1 km Länge.

d_1	400	400	600	600
d_{12}	450	650	450	650
c_1^0	0,0041	0,0042	0,0037	0,0038
c_2^0	0,0042	0,0044	0,0039	0,0040
c_0	0,0060	0,0065	0,0059	0,0064
c_1	0,00061	0,00034	0,00061	0,00043
c_2	0,00045	0,00031	0,00051	0,00035
c_{12}	0,0028	0,0028	0,0030	0,0030

Die Lage dieser Telephonschleifen mag ungefähr den äußersten Lagen der Telephonschleifen des Gestänges neben der Linie Seebach—Wettingen parallel verlaufenden interurbanen Telephonlinien (vgl. Fig. 614) entsprechen. Der größte Unterschied der Erdkapazitäten beträgt 10%, der gegenseitigen Kapazität zwischen Fahrdraht und Schleife 80%. Mit der Entfernung der Schleife von dem Fahrdraht um 2 m nimmt die gegenseitige Kapazität zwischen Fahrdraht und Schleife ca. 30% ab.

Die Kapazitäten der Telephonschleife allein ohne Fahrdraht sind für $d_1 = 400$ und $d_1 = 600$.

c_1^0	0,0047	0,0044
c_2^0	0,0047	0,0044
c_{12}	0,0029	0,0031.

Diese Kapazitäten sind den Kapazitäten der Strecke der eigentlichen Parallelführung neben dem Fahrdraht hinzuzufügen. Wollte man nun weiter rechnen und etwa den gegenseitigen Einfluß der übrigen 20 bis 30 Telephonschleifen eines Gestänges berücksichtigen, so ist leicht ersichtlich, daß man eine Riesenarbeit bewältigen müßte und doch schließlich nur scheinbar eine Genauigkeit in den praktischen Dimensionen erreichte, da ja die unvermeidlichen Ungenauigkeiten in den praktischen Dimensionen und Bedingungen viel größer sind. Man denke nur an den Einfluß der Unebenheiten und Ungleichmäßigkeiten der Fläche des Erdpotentials, an die ganz komplizierten Formen der Aufhängung und Führung des Fahrdrahtes und der mit ihm zusammenhängenden Leitungen. Diese Verhältnisse werden den absoluten Wert der totalen Kapazitäten ebensosehr beeinflussen, wie die verwickelten Beziehungen zu benachbarten Schleifen eines Gestänges.

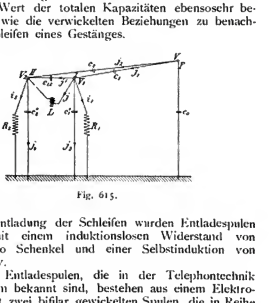


Fig. 615.

Zur Entladung der Schleifen wurden Entladespulen benutzt mit einem induktionslosen Widerstand von 228 Ω pro Schenkel und einer Selbstinduktion von 3,05 Henry.

Diese Entladespulen, die in der Telephontechnik seit Langem bekannt sind, bestehen aus einem Elektromagnet mit zwei bifilar gewickelten Spulen, die in Reihe geschaltet Spulen haben eine große Selbstinduktion, während die Selbstinduktion der parallel geschalteten bifilaren Spulen verschwindet.

Der Widerstand einer Telephonstation beträgt ungefähr für das Mikrophon 5 Ohm, für das Telephon 200 Ohm, für den Klappenmagnet 600 Ohm, der Selbstinduktionskoeffizient des Telephons beträgt ungefähr 0,2 Henry.

Hörbar sind Telephonströme bis 10^{-7} Amp., in normalem Betrieb soll die Stromstärke ungefähr 10^{-5} Amp. betragen. Wahrnehmbar sind Töne von 16 bis 16000 Schwingungen.

Die Schwingungszahlen des induzierenden Wechselstroms betragen: Grundschwingung 14,3 Perioden, bei 22 km Geschwindigkeit ist die von den Motornuten erzeugte Schwingungszahl 600. Die Telephonmembranen zeigen häufig Resonanzschwingungen mit einer Schwingungszahl in der Nähe von 1000. Der Grundton der Stimmgabel a hat 440 Schwingungen, das dreigestrichene c' hat 1056 Schwingungen. (Fortsetzung folgt.)

Unipolarmaschinen der General Electric Co.

Von **E. Noeggerath**, Schenectady.

Gelegentlich einer Versammlung des American Institute of Electrical Engineers hielt ich einen Vortrag, der sich mit allgemeinen theoretischen Vorgängen bei Unipolarmaschinen (Aperiodische Gleichstrommaschinen) befaßte, und der auch Gegenstand einer eingehenden Besprechung in dieser Zeitschrift (vgl. Elektr. Bahnen und Betriebe 1905, S. 233 u. ff.) geworden ist. Im heutigen Aufsatze möchte ich die Unipolarmaschinen von praktischen Gesichtspunkten aus behandeln und an der Hand einiger moderner Ausführungen die konstruktiven Eigenheiten besprechen, wie sie diesem Maschinentyp eigentümlich sind.

Einem späteren Aufsatze soll die Behandlung des theoretischen Teiles vorbehalten bleiben.

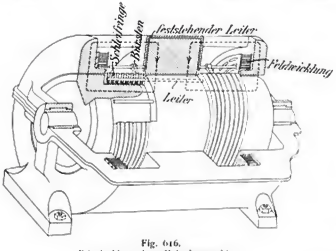


Fig. 616.
Prinzipskizze einer Unipolarmaschine.

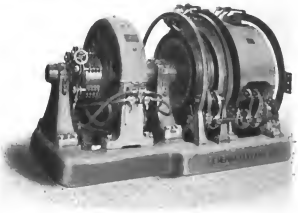


Fig. 617. Unipolarmaschine für 6 Volt und 8000 Amp. direkt gekuppelt mit einem Gleichstrommotor.

In dem erstgenannten Aufsatze wurde bereits über die 300 KW-Versuchsmaschine berichtet, während in diesem listenmäßige Maschinen der G. E. C., die schon seit mehreren Monaten im Handel sind, in den Kreis der Betrachtung gezogen werden sollen.

Das Prinzip der Unipolarmaschine, das wohl allgemein bekannt sein dürfte, ist in Fig. 616 wiedergegeben. Die folgenden Abbildungen, Fig. 617 bis 619, zeigen einige Ausführungen von Unipolarmaschinen der G. E. C.; Fig. 617 eine mit einem Gleichstrommotor direkt gekuppelte Maschine für 6 Volt und 8000 Amp. bei 1200 Umdr. pro Min. für elektrolytische Zwecke. In Fig. 618 und 619 sind Maschinen vertikaler Bauart für größere Leistung und Dampfturbinenantrieb abgebildet; Fig. 618 zeigt zwei Unipolarmaschinen von je 500 KW Leistung für 300 bis 600 Volt Spannung und 2000 Umdr. pro Min., Fig. 619 eine 2000 KW-Maschine für 300 bis 600 Volt Spannung und 900 Umdr. pro Min. Diese beiden letzteren Generatoren waren für Spannungsänderungen von 50 bis 600 Volt bestimmt.

Die Konstruktion der Unipolarmaschine steht unter dem Zeichen hoher Umfangsgeschwindigkeiten.

Es scheint auf den ersten Blick ein großer Nachteil zu sein, Probleme wie die Stromabnahme bei Umfangsgeschwindigkeiten von 100 m/Sek. und mehr, hohe Fliehkräfte usw. einzuführen; vielmehr ist es das Bestreben gewesen, daraus Nutzen zu ziehen und über diese ungünstigen Verhältnisse hinwegzukommen.

Wie bereits in der ersten Abhandlung gezeigt wurde, nehmen die Verluste durch die Stromabnahme mit steigender Geschwindigkeit ganz wenig zu, während andrerseits die mit der hohen Drehzahl verbundene ausgezeichnete Kühlung eine Verminderung der abkühlenden Oberflächen und damit der Gewichte gestattet. Weiter erlauben die hohen Geschwindigkeiten sehr einfache Verbindungen auf den umlaufenden Stromkeitern, während die Zentrifugalspannungen, die es möglich machen, sich auf den umlaufenden Teilen mit gelöteten Kontakten zu begnügen, ausgezeichnete Kontakte gewährleisten.

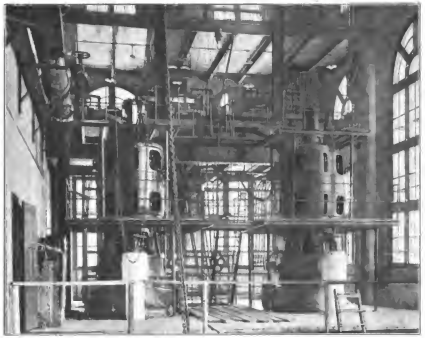


Fig. 618. Zwei vertikale Unipolarmaschinen mit Dampfturbinenantrieb für je 500 KW Leistung, 300 bis 600 Volt bei 2000 Umdr./Min.

Betrachten wir nun die feststehenden Teile einer Unipolarmaschine, so besteht das Gehäuse aus einem Stahlgußstück von zylindrischer Form (Fig. 621), das mit gegenüberliegenden schmalen und breiten Öffnungen versehen ist. Letztere dienen zur Beobachtung des Stromabnehmersystems, erstere zur Abführung der erwärmten Luft, die zwischen den Schleifringen austritt. Die Luft wird mittels geeigneter Luftführungen von den Schleifringen zu den schmalen Öffnungen geleitet. Die Größe der breiten Öffnungen richtet sich einesteils nach der Stromkapazität der Maschine (Größe der Bürsten), andernteils nach den Kernverlusten im Gehäuse.

Die festen Leiter (Fig. 620 und 619) sind an der Außenseite des Gehäuses befestigt, und die ganze Windung, die durch die Verbindung der festen Leiter entsteht, ist so angeordnet, daß die Spannung des Generators durch Vertauschung dieser

wenigen feststehenden Leiter geändert werden kann, ohne auf die abgegebene Leistung einzuwirken. Natürlich können die Generatoren auch auf jeden Strom von Null bis Vollspannung ohne Änderung der Verbindungen gebracht werden, aber der Vorteil, der sich durch die Anordnung der Windung in diesem biegsamen Wege ergibt, liegt darin, daß ein Generator, z. B. von 500 KW und 600 Volt Spannung, durch einfaches Umschalten der Gehäuseleiter in einen Generator von gleicher Leistung und 300 oder 150 Volt Spannung umgewandelt werden kann.

Fig. 620. Feste Leiter der Unipolarmaschine, die an der Außenseite des Gehäuses befestigt sind.

Infolge der ausgezeichneten Ventilation wird das Material der Feldwicklung sehr gut ausgenutzt. Fig. 622 zeigt, wie das Kupfer gekühlt wird, das von dem Anker direkt Frischluft erhält. Die Spulenkästen der Feldwicklung werden bei vertikalen Maschinen auf im Gehäuse befestigte Keile aufgehangen. Im Lager werden Hilfsspulen verwendet. Sie dienen zur Unterdrückung der Streufelder, die die Welle zu einem Anker einer kleinen aperiodischen Maschine umwandeln. Die in der Welle

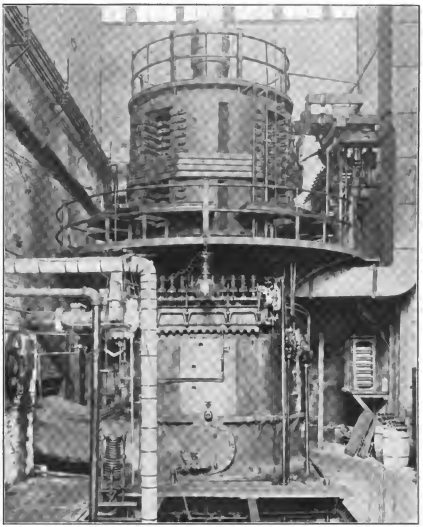


Fig. 619. 2000 KW-Unipolarmaschine für 200 bis 600 Volt bei 900 Umdr./Min.

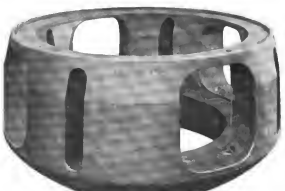


Fig. 621. Stahlgußgehäuse einer Unipolarmaschine.

erzeugten hohen Ströme, die in den Lagern kurz geschlossen sind, üben auf die Lagerflächen eine zerstörende Wirkung aus, die aber durch die Anordnung der Hilfsspulen vollständig aufgehoben wird.

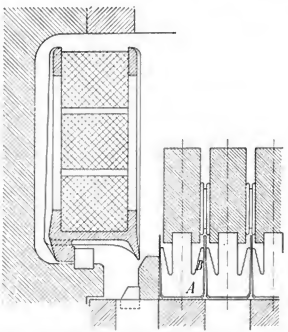


Fig. 622. Kühlung der Feldwickelung und Schleifringkonstruktion

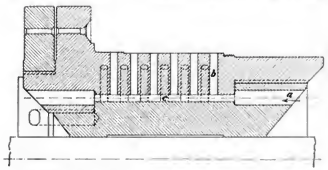


Fig. 623. Anker einer Unipolarmaschine mit den Luftkanälen.

Der Anker, der in allen seinen Teilen vom Kraftfluß durchsetzt ist, besteht aus mehreren einfachen, starken Gußstücken. Auf die Ventilation des Ankers ist besonders Wert gelegt worden. Fig. 623 zeigt den Verlauf der Luft. Sie tritt durch Öffnungen an den Seiten des Ankers (a) ein, strömt in einen zylindrischen Raum (c), von dem Öffnungen oder Schlitze (b) nach der Oberfläche des Ankers führen, die die Luft nach außen treiben. Der zylindrische Hohlraum (c) wird durch Teilung des Ankerkörpers in zwei Gußstücke gebildet, wie aus Fig. 623 hervorgeht. Andere Ausführungsformen von Ankern zeigen Fig. 624 und 625.

Bei horizontalen Maschinen befindet sich an der Außenseite des Ankers ein einstellbarer Ring (Fig. 625), mit dessen Hilfe die Lücke zwischen Ring und Gehäuse so eingestellt werden kann, daß man einen vollen Ausgleich des seitlichen magnetischen Zuges erhält. An Stelle dieser Anordnung kann auch ein fester Ring verwendet werden.

Leiter, wie sie den einer Ankerwicklung entsprechen würden, sind bekanntlich auf einer Unipolarmaschine nicht vorhanden. Maßgebend für die Kernverluste und die Ankerrückwirkung ist der Abstand der Leiter vom Luftschlitz, der dadurch auf ein Mindestmaß gebracht wird, daß man die Verbindungen nach den Schleifringen als Ankerleiter verwendet, die durch ein Isolierrohr von geeignetem Material isoliert sind. In solchen Fällen sind die Ankerleiter gleichzeitig Stromzuführungen zu den Schleifringen, wie aus Fig. 626 hervorgeht. In anderen Fällen können sie auch getrennt werden.

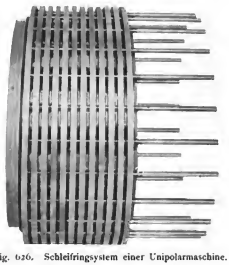


Fig. 626. Schleifringsystem einer Unipolarmaschine.

Wie bereits früher erwähnt wurde, erlauben die hohen Zentrifugalkräfte sehr einfache Verbindungen zwischen den Ankerleitern. Die Schleifringzuleitungen, die sich von einem Ende des Schleifringsystems durch den Anker bis zum Ende des anderen erstrecken, sind sehr lang und infolge Erwärmung auf ihrer Länge verschiedenen Ausdehnungen ausgesetzt. In Fig. 626 ist ein beweglicher Kontakt von außerordentlicher Einfachheit zu finden. Es mag auf den ersten Blick leichtsinnig erscheinen, in einer Maschine einen losen Kontakt zu verwenden, aber die hohen Zentrifugalspannungen halten einen guten Kontakt aufrecht. Diese Konstruktion hat sich bereits während eines Betriebsjahres als durchaus brauchbar erwiesen.

Fig. 624. Anker einer Unipolarmaschine.

Fig. 625. Anker einer Unipolarmaschine.

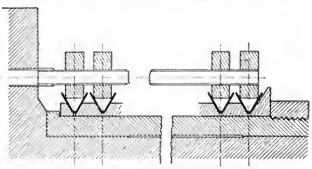


Fig. 627. Konstruktion des Schleifringsystems.

Die Schleifringe bestehen gewöhnlich aus einem Ring von gleichmäßigem Querschnitt. Zwei der gebräuchlichen Tragkonstruktionen für Schleifringe zeigen Fig. 622 und 627. Wie aus beiden Konstruktionen zu ersehen ist, sind die Schleifringe auf die Bolzen einfach aufgeschoben, um ein axiales Spiel infolge Erwärmung zu erzielen. Der gleichmäßige Abstand der Schleifringe voneinander wird durch Ringe von V-Form gewährleistet (Fig. 627), die infolge der Zusammenpressung der Endringe die Schleifringe in eine konzentrische Lage zwingen. Bei großen Maschinen, bei denen die axiale Ausdehnung mehr zur Wirkung kommt, wird die Konstruktion nach Fig. 622 angewendet. Die Tragstücke A (Fig. 622) mit

ihren elastischen Ansätzen B sind von solchen Abmessungen, daß sie das Gewicht der Schleifringe starr tragen. Sie sind aber infolge ihrer schrägen Seitenflächen genügend beweglich, um dann eine Biegung zu erlauben, wenn während des Betriebes die axiale Ausdehnung der Schleifringe größer ist als die der Hülse, auf die sie montiert sind. Die Schleifringe bilden mit der Hülse und den Schleifringverbindungen eine Konstruktionseinheit.

Besondere Schwierigkeiten bietet die Stromabnahme. Verwendet man zur Stromabnahme eine Kupferbürste mit hoher Stromdichte bei einer Umfangsgeschwindigkeit von 125 m/Sek. und unter den hohen dabei auftretenden Temperaturen, so würde sie sich innerhalb 24 Stunden 12 bis 75 mm abnutzen. Ich möchte eine eingehendere

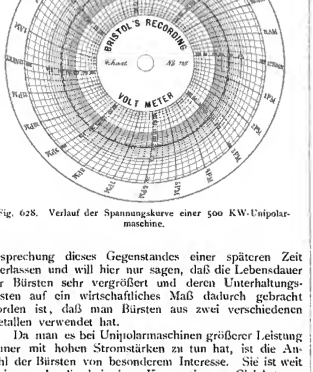


Fig. 628. Verlauf der Spannungskurve einer 500 KW-Unipolarmaschine.

Besprechung dieses Gegenstandes einer späteren Zeit überlassen und will hier nur sagen, daß die Lebensdauer der Bürsten sehr vergrößert und deren Unterhaltungskosten auf ein wirtschaftliches Maß dadurch gebracht worden ist, daß man Bürsten aus zwei verschiedenen Metallen verwendet hat.

Da man es bei Unipolarmaschinen größerer Leistung immer mit hohen Stromstärken zu tun hat, ist die Anzahl der Bürsten von besonderem Interesse. Sie ist weit geringer als die bei einer Kommutierungs-Gleichstrommaschine. So besitzt eine 2000 KW-Unipolarmaschine für 300 Volt und 6670 Amp. nur 96 Bürsten.

Um die Betriebseigenschaften der Unipolarmaschine näher kennen zu lernen, wurden die folgenden Versuche ausgeführt: Die Hauptstromleitungen der Maschine wurden mehrmals hintereinander kurzgeschlossen, ohne daß der Generator in irgendeiner Weise darunter litt. Als Beweis hierfür kann folgender Vorfall dienen. Die G. E. C. hat einen 2000 KW-Unipolargenerator in Betrieb, der vor kurzem einem unfreiwilligen aber überzeugenden Kurzschluß ausgesetzt worden war. Ungefähr 12 m von der Maschine entfernt wurden die + und — Schaltschienen »aus Versehen« kurzgeschlossen und dann die Maschine mit voller Spannung eingeschaltet. Ein gewöhnlicher und ein automatischer Schalter brannten durch, während am Generator während des Kurzschlusses noch nach dem Kurzschlusse nichts zu bemerken war. Die Gefahrgrenze bei Kurzschlüssen und Überlastungen besteht allein in der Erwärmung, da bei Unipolarmaschinen Rundfeuer oder ein Abbiegen der Wicklung ausgeschlossen ist. Die Dauer eines Kurzschlusses ist aber gewöhnlich so gering, daß kein Teil der Maschine gefährlich erwärmt wird. Aus demselben Grunde waren Laststöße von 200% über normal und mehr ohne Einfluß.

Ferner wurden zwei 500 KW-Unipolarmaschinen miteinander und mit gewöhnlichen Gleichstrommaschinen parallel geschaltet und in beiden Fällen ließ sich die Belastung auf beide Maschinen gleichmäßig verteilen. Diese Maschinen arbeiten jetzt gemeinsam wie Dreileiter-Generatoren, deren Mittelleiter in bekannter Weise vom halben Spannungspunkt abgezweigt ist, ohne daß sich zur Konstanthaltung der Spannungen irgendein Hilfsapparat auf den Generatoren notwendig macht. Alle bisher ausgeführten

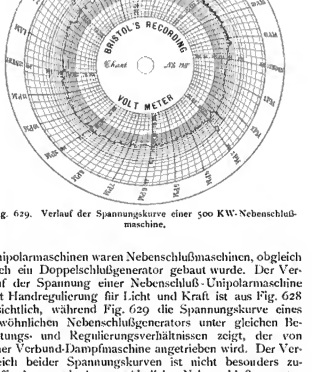


Fig. 629. Verlauf der Spannungskurve einer 500 KW-Nebenschlußmaschine.

Unipolarmaschinen waren Nebenschlußmaschinen, obgleich auch ein Doppelschlußgenerator gebaut wurde. Der Verlauf der Spannung einer Nebenschluß-Unipolarmaschine mit Handregulierung für Licht und Kraft ist aus Fig. 628 ersichtlich, während Fig. 629 die Spannungskurve eines gewöhnlichen Nebenschlußgenerators unter gleichen Belastungs- und Regulierungsverhältnissen zeigt, der von einer Verbund-Dampfmaschine angetrieben wird. Der Vergleich beider Spannungskurven ist nicht besonders zutreffend, zumal der gewöhnliche Nebenschlußgenerator von älterer Bauart war. Die weit bessere Regulierung der Unipolarmaschine bei plötzlichen Belastungsschwankungen ist gut zu erkennen, wenn man fernerhin noch in Betracht zieht, daß die Erregung des aperiodischen Generators von Hand reguliert wurde, so daß es schwierig war, den plötzlichen Schwankungen der Belastung zu folgen. Die Belastung bestand aus Licht und Kraft, wobei der Strom häufig um 100% schwankte. Der Grund für dieses weit bessere Konstanthalten der Spannung hat seine Ursache darin, daß sowohl Anker wie Gehäuse kräftige Gußstücke sind, und daß die Änderung des Magnetfeldes träge ist, so daß bei plötzlichen Laststößen nur geringe Änderungen der Spannung durch die Ankerrückwirkung hervorgerufen werden.

Für elektrolytische Anlagen wird es gelegentlich von großer Wichtigkeit sein, wenn eine Maschine verschiedene Spannungen gleichzeitig abgeben kann, so liefert z. B. eine Maschineneinheit gleichzeitig und für längere Zeit Spannungen von 200, 250 und 300 Volt.

Das Anwendungsgebiet der Unipolarmaschinen ist im allgemeinen mehr vom Antrieb und der Spannung als vom Charakter des Betriebes abhängig, d. h. sehr kleine Maschineneinheiten können wirtschaftlich nur für niedrige Spannungen gebaut werden, während für große Einheiten Spannungen mit Leichtigkeit erhalten werden können, die höher liegen, als sie praktisch in gewöhnlichen Gleichstromanlagen verlangt werden. Es gibt indessen noch andere Bedingungen, welche der Konstruktion günstig sein können, so die Notwendigkeit einer weiten Spannungsübertragung oder einer hohen Schwungradwirkung.

Infolge der notwendigen hohen Umfangsgeschwindigkeiten kommen für den Antrieb der Unipolarmaschinen nur Dampfturbinen, Wassermotoren und Elektromotoren für hohe Drehzahl in Frage. Fr.

Schienenstoßmeßwagen der städtischen Straßenbahnen in Wien.

(Wagen zum Messen des elektrischen Widerstandes der Schienenstöße.)

Von Direktor **L. Spängler**, Wien.

Eine gute Schienenrückleitung ist bei elektrischen Bahnen mit oberirdischer Stromzuführung bekanntlich von besonderer Wichtigkeit; es sollen daher schon beim Baue der Linien die elektrischen Verbindungen der Schienenstöße mit der größten Sorgfalt hergestellt und nach der Vollendung überprüft werden; es muß aber auch im Betriebe selbst eine wiederholte Nachmessung des elektrischen Widerstandes dieser Verbindung stattfinden und ist dies insbesondere nach allen Arbeiten am Oberbau, also nach Schienenauswechslungen, Herstellung von neuen Gleisabzweigungen usw. unbedingt notwendig.

Es gibt hierfür eine Reihe von Meßmethoden, welche den durch die Schienen fließenden Betriebsstrom, der bei einem guten Rückleitungsnetz aber ziemlich klein ist, für die Messung nach der Nullmethode verwenden: der mit der Messung betraute Mann, welcher je nach der gewählten Entfernung der Schienenkontakte noch einen bis drei Gehilfen braucht, muß mit dem Instrument von Stoß zu Stoß gehen und kommt daher nur sehr

Fig. 630. Ansicht des Schienenstoßmeßwagens.

langsam voran, insbesondere auf Linien mit starkem Verkehre; bei sehr großer Verkehrsdichte müssen die Messungen zur Nachtzeit vorgenommen werden und ist dann dafür zu sorgen, daß ein ausreichend großer Strom durch die Schienen geschickt wird, was nicht immer ganz einfach ist.

Die genauesten Messungsergebnisse werden unter Verwendung eines möglichst konstanten Stromes, also mit eigener Stromquelle nach der Methode des direkten Ausschlages erzielt. Dieses Meßverfahren kann aber nur während der oft nur sehr kurzen betriebslosen Zeit in der Nacht durchgeführt werden und sollen daher die Messungen außerordentlich rasch vonstatten gehen können, sofern es sich darum handelt, ein großes Netz durchzumessen.

Die städtischen Straßenbahnen in Wien haben zu diesem Zwecke einen Meßwagen (Fig. 630 bis 632) in Verwendung, welcher entweder von einem Motorwagen oder von einem Pferdegespann gezogen werden kann; die erstere Art der Fortbewegung hat sich aber besser bewährt, weil es behufs genauer und sicherer Feststellung der Instrumentenangaben notwendig ist, den Meßwagen bequem vorwärts und rückwärts schieben zu können, um bei jeder Schienenstoßverbindung, welche während der Vorüberfahrt als schlecht erkannt wird, am richtigen Platze stehen bleiben und die genaue Messung durchführen zu können; noch besser wäre es, hierzu den Meßwagen selbst als Motorwagen auszurüsten.

Im Innern des Wagens befindet sich ein Gleichstrommotor für 500 Volt Spannung, welcher mit einem Gleichstromgenerator für eine Leistung von 200 bis 300 Amp. bei 5 Volt Spannung gekuppelt ist; ferner sind zwei Präzisionsinstrumente für die gleichzeitige Messung von Strom und Spannung und die sonstigen Nebenapparate vorhanden.

Die Zuführung des Stromes von der Oberleitung zu dem Motor, sowie für die elektrische Beleuchtung des Wagens vermittelt ein auf dem Wagendache befestigter normaler Oberleitungsstromabnehmer in Bügelform.

Der aus dem Generator entnommene Strom wird den von den Achsen (mittels hölzerner Scheibenräder) isolierten Spurkränzen durch besondere Schleifringe zugeführt, wie dies am besten aus Fig. 632 ersichtlich ist.

Der Strom kann je nach Bedarf entweder zu den Spurkränzen der linken oder der rechten Wagenseite geführt werden, zu welchem Zwecke ein Umschalter angeordnet ist (Fig. 633). Es kann also bei jeder Fahrt nur ein Schienenstrang durchgemessen werden.

Unter Vermittlung der zwei isolierten Radkränze wird der Strom von 180 bis 220 oder rd. 200 Amp. durch das zwischen diesen Radkränzen gelegene Schienenstück von 2,1 m Länge (mit oder ohne Schienenstoß) gesendet und die Spannungsdifferenz zwischen zwei in der Entfernung von 1 m auf den Schienen aufliegenden Kontakten abgelesen. Diese Spannungskontakte bestehen aus Stahlfederbürsten, welche vom Wageninnern aus gehoben, bzw. an die Fahrschienen angepreßt werden und dauernd auf den Schienen schleifen können, damit die Messung während der Fahrt vorgenommen werden kann. Bei besonders schlechten Stößen sinkt die Stromstärke auf 80 bis 100 Amp. herab.

Der elektrische Widerstand der Schienen, bzw. der Schienenstöße ergibt sich nun aus den Ergebnissen der gleichzeitig vorzunehmenden Strom- und Spannungsmessungen.

Das Schaltungsschema des Meßwagens ist aus Fig. 633 ersichtlich.

Bei der Durchführung der Messungen im Wiener Straßenbahnnetze ergab sich, daß die Zeit, in welcher

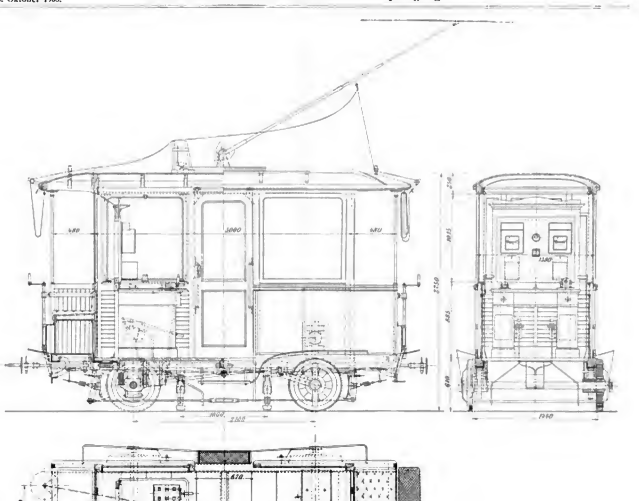


Fig. 631. Konstruktion des Schienenstoßmeßwagens der städtischen Straßenbahnen in Wien.

die beiden Spannungsmeßkontakte über eine Schienenverbindung hinwegfahren, rd. 1 bis $1\frac{1}{2}$ Sek. betrug.

Die Verwendung der anfänglich vorgesehenen Registrierinstrumente mußte aufgegeben werden, nachdem die Bedienung der Registriervorrichtung die Aufmerksamkeit des Beobachters von der eigentlichen Messung ablenkt, und überdies infolge Trägheit des Zeigers der Meßinstrumente der zu messende Schienenstoß bereits passiert ist, bevor noch der Ausschlag des Zeigers die richtige Größe erreicht hat; ersieht man also aus den Angaben, daß der Stoß schlecht ist, so muß mit dem Wagen zurückgefahren und der Stoß genau gemessen werden.

Es empfiehlt sich aus diesen Erwägungen auch, die Spannungsmeßkontakte womöglich mehr als 1 m (vielleicht 2 m) voneinander entfernt auf der Fahrschiene schleifen zu lassen, damit auch bei etwas größerer Fahrgeschwindigkeit dem Messenden noch genügend Zeit zur Beobachtung des Ausschlages zur Verfügung steht. Die Leistungsfähigkeit des Meßwagens würde hierdurch wesentlich erhöht. Als Spannungszeiger kann mit Vorteil an Stelle des Registrierinstrumentes ein Präzisionsspannungszeiger mit möglichst großer Skalenteilung und hohem Eigenwiderstand für einen Meßbereich von 1,5 Volt, als Stromzeiger ein Präzisionsinstrument für 200 bis 300 Amp. verwendet werden.

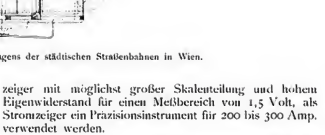


Fig. 632. Ansicht des isolierten Radkranzes und des Meßkontaktes.

Die Leistungsfähigkeit dieses Meßwagens beträgt je nach der Schienenlänge und der Güte der Schienenverbindungen, welche ein mehr oder weniger häufiges Anhalten bedingen, rd. 2 bis 3 km Schiene in der Stunde, also bei drei Stunden Betriebspause rd. 6 bis 9 km Schiene oder umgerechnet 3 bis $4^1/_2$ km Gleis in einer Nacht; hierzu sind zwei Beobachter und ein Schlosser oder Elektriker, sowie zwei Mann Bedienungsmannschaft für den Motorwagen nötig.

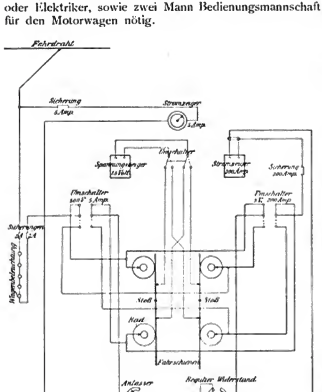


Fig. 633. Schaltungsschema des Meßwagens.

Der Entwurf dieses Meßwagens stammt von den österreichischen Siemens-Schuckertwerken, welche bei der Feststellung der Konstruktionseinzelheiten für die Stromzuführung zu den isolierten Radkränzen und für die Schienenkontakte von den Organen der städtischen Straßenbahnen unterstützt wurden. Die elektrische Einrichtung wurde von der vorgenannten Firma geliefert, während der Wagen selbst in der Hauptwerkstätte der städtischen Straßenbahnen gebaut wurde.

Kleine Nachrichten.

Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

Stromsystem- und verwandte Fragen. Mit der Vervollkommnung der Kommutatormotoren für Wechselstrom fällt zeitlich die Einführung der marktfähigen Metallfadenlampe zusammen. Mit diesen beiden technischen Fortschritten tauchte der Gedanke des Elektrizitätsmonopols auf, von dem ein wirtschaftlicher Fortschritt erwartet wurde.

Diese drei Faktoren geben Veranlassung, die Frage des in einem gegebenem Falle zweckmäßigsten Stromsystems sowie verwandte Fragen aufzuwerfen. Es seien daher zunächst die mit jedem der Faktoren verknüpften eigentümlichen Bedingungen kurz erörtert und dann daraus die Schlußfolgerungen gezogen.

I.

Die Eigenschaften des Wechselstrom-Kommutatormotors können am treffendsten im Vergleich mit denen der übrigen gebräuchlichen Motoren erkannt werden.

Der asynchrone Drehstrommotor verkörpert für stationäre Zwecke und konstante Drehzahl das Ideal eines Motors, wenn auch der wattlose Strom eine wenig gern gesehene Zugabe ist.

Treten Forderungen regelbarer Drehzahl sowie Verwendung in Bahnanlagen auf, so hat bisher fast ohne Ausnahme der Gleichstrommotor das Feld behauptet.

Während ferner dem Drehstrommotor Spannungen bis 10000 Volt unmittelbar zugeführt werden können und der mittelbaren Anwendung viel höherer Spannungen nichts im Wege steht, stellen für den Gleichstrommotor 600 bis 800 Volt die Grenze dar. Der Einbau von Wendepolen gestattet die Verwendung höherer Gleichstromspannungen bis zu 2000 Volt.[1])

Die beiden Motorarten ergänzen sich also in mehrfacher Beziehung; diese Tatsache spricht aus, daß jedem Motor wichtige Eigenschaften fehlen.

Wie steht es nun mit dem Wechselstrom-Kommutatormotor? Als Beispiel möge die Winter-Eichberg-Latour-Type[2]) herangezogen werden.

a) In bezug auf Drehmoment und Wirkungsgrad ist er den übrigen Motorarten ebenbürtig.

b) Für die Verwendung in Bahnanlagen eignet er sich ebensogut wie der Drehstrom und Gleichstrommotor.

c) Spannungen bis 6000 Volt[3]) und darüber können unmittelbar, höhere Spannungen in einfachster Weise mittelbar in Anwendung kommen.

d) Der Motor kann mit Hauptschluß- oder Nebenschlußcharakteristik betrieben werden. In letzterem Falle kann regelbare Drehzahl erreicht werden.[4])

Weitere Vorteile sind:

e) Der wattlose Strom kann fortgeschafft werden.

f) Das Anlassen kann ohne Widerstände und daher ohne merkliche Arbeitsverluste bewirkt werden.

g) Der Luftspalt kann mit Rücksicht auf Abnutzung der Lager und Zufälligkeiten der Fabrikation hinreichend groß gewählt werden.

Dieser bemerkenswerten Reihe von Vorzügen schließen sich einige Eigenschaften an, die Mängel darstellen.

α) Der Kommutator ist ein empfindlicher Maschinenteil.

β) Gleiche Leistung vorausgesetzt ist das Gewicht etwa 40% in aktivem Material und etwa 15% in Gesamtmaterial höher als beim Gleichstrommotor; entsprechend wird der Preis höher sein. Ähnliches gilt von den Wechselstrom-Generatoren im Kraftwerk im Vergleich zu Mehrphasenstrom-Generatoren. Dies ist jedoch nur bedingt ein Nachteil, denn es muß berücksichtigt werden, daß bei Überlandkraftwerken das Leitungsnetz wenigstens im Vergleich zu Gleichstrom geringere Anlagekosten verursacht.

γ) Die günstigste Periodenzahl für Licht einerseits und Kraft anderseits ist verschieden. An Bogenlicht mit Reinkohlen ist noch bei 60 Perioden ein Flimmern wahr-

[1]) Vgl. O. Schroedter in Elektr. Kraftbetr. u. Bahnen vom 15. Oktober 1907.

[2]) Abgekürzt: WEI.T-Motor.

[3]) Bahnbetrieb in Spindlersfeld.

[4]) Vgl. Vortrag Görges auf der XV. Jahresversammlung des V. D. E.: Das Verhalten der Wechselstrommotoren in einheitlicher Betrachtungsweise, sowie die sich anschließende Diskussion.

nehmbar[1]), an Kohlenfadenlampen beobachtete Görges bei 25 Perioden ein tadelloses Licht, an Metallfadenlampen schon ein leichtes Flimmern. In letzterem Falle ist ein Hilfsmittel wohl in der Anwendung niedrigerer Spannungen gegeben, wo dann der Faden stärker ist und ein größeres Wärme-Aufspeicherungsvermögen besitzt. Bei Motoren ist man bekanntlich von 50 Perioden bei kleineren Typen, wie sie im Kleingewerbe vorkommen, bis auf 15 Perioden für hohe Leistungen herabgegangen.

II.

An die Einführung der Metallfadenlampen mit ihren bekannten Eigenschaften lassen sich in folgenden Punkten Erörterungen knüpfen:

a) Um Lampen geringer Kerzenzahl benutzen zu können, wird eine Gebrauchsspannung von 50 bis 125 Volt die Regel sein. Die Haltbarkeit des Fadens ist für die Mehrzahl der verschiedenen Lampenarten bei Gleich- und Wechselströmen dieselbe. Es steht deshalb der Anwendung eines ein- oder mehrphasigen Wechselstromsystems mit Niederspannung im Verteilungsnetz und Hochspannung in den Speiseleitungen nichts im Wege.

b) Der Umstand, daß im Vergleich zur Kohlenfadenlampe der spez. Energieverbrauch weniger als $^1/_3$ beträgt, und — gleiche Lichtschwankungen vorausgesetzt — die Spannungsschwankungen rd. 50% höher sein können, führt zu anderer Dimensionierung des Netzes. So kann z. B. ein für Kohlenfadenlampen mit 2×220 Volt projektiertes Netz ohne weiteres für Metallfaden gleicher Lichtstärke mit 2×110 Volt benutzt werden. In praktischer Beziehung ist dies allerdings ein Grenzfall, da Voraussetzung ist, daß Metallfadenlampen unter Ausschluß aller übrigen Stromverbraucher angeschlossen sind.

c) Der Charakter der Belastungskurven wird einer Änderung unterworfen sein. Die Belastung eines Werkes zerlegt man zweckmäßigerweise in drei Teile, nämlich »Kraft«, »Privatbeleuchtung« und »Luxusbeleuchtung« (für Schaufenster, Säle, Restaurants) und verfolgt den Einfluß jeden einzelnen Teiles.

Der Energieverbrauch für Luxusbeleuchtung, deren Charakter durch Fig. 634 in typischer Weise gekennzeichnet ist, wird in nur geringem Maße abnehmen, da entweder Bogenlampen gebrannt werden oder die Einführung von Metallfadenlampen größerer Lichtentfaltung statt Stromersparnis zugute kommen wird.

Bei Privatbeleuchtung wird infolge der »70% Stromersparnis« der Energieverbrauch stark heruntergehen, selbst wenn ein höherer Anschlußwert und größere Lichtentfaltung zugegeben wird. Gerade dieser Teil des Anschlusses ist für das Elektrizitätswerk wertvoll, da die stark ausgebildeten Spitzen fehlen, wie aus der Belastungskurve Fig. 635 hervorgeht. Daß letztere in der Hauptsache Privatbeleuchtung anzeigt, kann man annehmen, weil sie für einen Sonntag gilt, und an das Elektrizitätswerk 70 in Landkreisen gelegene Ortschaften angeschlossen waren.[2])

Berücksichtigt man nun, daß der Verbrauch für Kraft durch die Einführung der neuen Lampen nicht beeinflußt wird, so ergibt sich: erstens, daß die Spitzen der Belastungskurve sinken werden, wo der Anschlußwert für Luxusbeleuchtung gering ist, und daß der Strombedarf des Nachts, wo nur die Privatbeleuchtung in Frage kommt, verhältnismäßig geringer sein wird als bisher; zweitens, daß das Verhältnis des Anschlußwertes in Kilowatt für Licht und Kraft sich ändern wird; hieraus kann weiter die Notwendigkeit einer Änderung des Kraft- und Lichttarifes gefolgert werden.

[1]) Vgl. The Electrician 1907. S. 830.

[2]) Rheinisches Braunkohlenrevier.

III.

Das Elektrizitätsmonopol hätte eine Zentralisierung elektrischer Anlagen zur Folge. Ein entscheidender Einfluß auf das zu wählende Stromsystem würde dann durch die Notwendigkeit ausgeübt werden, große Entfernungen zu überwinden. Hier kann aus praktischen und wirtschaftlichen Gründen nur ein- oder mehrphasiger Wechselstrom in Frage kommen. Die Kupfergewichte des Wechsel- und Drehstromsystems verhalten sich bei gleichen

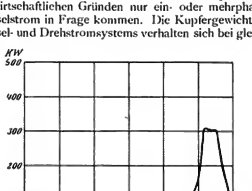


Fig. 634. Belastungskurve des Elektrizitätswerkes Swinemünde am 6. Aug. 1903.

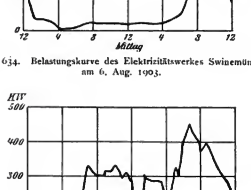


Fig. 635. Belastungskurve des Elektrizitätswerkes Berggeist am 16. Febr. 1904.

Maximalspannungen bekanntlich wie 3 : 4. Wenn man jedoch Isolations- und Verlegungsmaterialien und die Löhne für die Verlegung mit einrechnet, so nähert sich jenes Verhältnis dem Worte »Eins«; es überschreitet ihn sogar, wenn Kabel für hohe Spannungen in Betracht kommen, so daß dann Wechselstrom günstiger abschneidet.

Es braucht an dieser Stelle nicht erörtert zu werden, wann das Elektrizitätsmonopol eine vollendete Tatsache ist; es genügt vorläufig, ihm einen entscheidenden Einfluß dann einzuräumen, wenn sich beim Vergleich mehrerer Systeme die Für und Wider die Wage halten.

IV.

Es erübrigt nun, aus den bisherigen Erörterungen die Folgerungen zu ziehen.

1. Das Wechselstromsystem besitzt nicht nur die beste Anpassungsfähigkeit für die verschiedenartigsten Verbrauchskörper von Licht- und Kraftstrom, sondern eignet sich auch für die Zentralisierung von Anlagen. Es verdient deshalb bei der Projektierung von Überland-

kraftwerken neben dem Drehstromsystem einer eingehenden Prüfung unterzogen zu werden. Als Unannehmlichkeit wird man vielleicht zwei Periodenzahlen — 25 und 50 — mit in den Kauf nehmen müssen. Das Niederspannungs-Verteilungsnetz würde nach dem Zwei- oder Dreileitersystem ausgeführt werden; die Verbrauchsspannung müßte sich nach den örtlichen Verhältnissen richten; wo Luxusbeleuchtung überwiegt, wären 100 bis 125 Volt am Platz, da dann Lampen höherer Lichtstärke in Anwendung kommen und solche geringer Lichtstärke unter Zwischenschaltung von Divisoren einzeln gebrannt werden können; wo Privatbeleuchtung überwiegt, würden sich 50 bis 100 Volt empfehlen.

2. Dem Drehstromsystem werden nach wie vor die Anlagen mit überwiegendem Kraftanschluß für stationäre Zwecke vorbehalten bleiben. Hierher gehören insbesondere auch die motorischen Antriebe von Gleichstrommaschinen in den Unterwerken der Drehstrom-Gleichstromnetze.

3. Eine zweckmäßige Anwendung dürften in manchen Fällen Wechselstromanlagen mit Akkumulatorenergänzung finden.[1]) Wie schon unter II c erwähnt wurde, wird in Überlandkraftwerken mit geringem Anschluß von Luxusbeleuchtung bei Anwendung der Metallfadenlampe die Belastung des Werkes am Tage gleichmäßiger und während der Nacht verhältnismäßig geringer als bisher. Dies sind zwei Gründe, die Akkumulatorenbatterie kleiner zu wählen. Es fallen daher auch die durch die Umformung verursachten Verluste in ihrem Verhältnis zur Gesamtleistung kleiner aus. Für die Schaltungsanordnung liegen Beispiele auf dem Gebiete der Umformerunterwerke in Wechselstrom-Gleichstromanlagen vor. Für den vorliegenden Zweck können sie jedoch bedeutend vereinfacht werden, wie die in Fig. 636 mit regelbarem Transformator und Umformer schematisch dargestellte Anordnung zeigt. Motorgeneratoren eignen sich hier wegen ihres geringeren Wirkungsgrades weniger, da die Verluste im Umformersystem zweimal auftreten, zunächst bei der Ladung, dann bei der Entladung.[2])

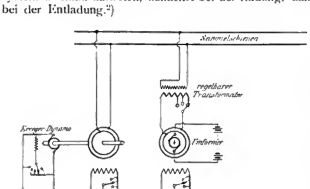


Fig. 636. Schaltungsschema einer Wechselstromanlage mit Einankerumformer und Akkumulatorenbatterie.

4. Das Gleichstromsystem eignet sich für kleinere und mittelgroße, unabhängige Anlagen mit hoher Anschlußdichte, die einer Akkumulatorenbatterie als Reserve und Belastungsausgleichs nicht entbehren können. Als Verbrauchsspannung würde in der Mehrzahl der Fälle 2×110 Volt zu wählen sein.

Besondere Beachtung muß hier der Tariffrage zugewandt werden. Macht man die die Rechnung vereinfachende Annahme, daß nur Lampen angeschlossen sind, so werden unter Zugrundelegung der für Kohlenfadenlampen festgesetzten Preise die Einnahmen bei Metallfadenlampen auf den dritten Teil fallen; da das Kraftwerk nur ein Drittel der Größe hat — es soll sich um die Projektierung neuer Werke handeln — so werden die

Fig. 637. »Ausgleicher« zur Spannungsteilung.

Ausgaben für Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals, für Bedienung, Feuerungs- und Schmiermaterial zwar auch fallen, aber nicht auf den dritten Teil; die Ausgaben für Verzinsung und Tilgung des Leitungsnetzes bleiben nach IIb dieselben, da man bei Kohlenfadenlampen mit einer Verbrauchsspannung von 2×220 Volt rechnen muß. Hieraus folgt ohne weiteres, daß die Wirtschaftlichkeit schlechter wird. Dabei hat der Konsument sein Licht 35 bis 60% billiger. Es erscheint gerechtfertigt, diese Ersparnis in geeigneter Weise zwischen Produzent und Konsument zu teilen. Was für ein Spielraum hier zu Gebote steht, zeigt der Umstand, daß das Licht von Metallfadenlampen erst bei einem Strompreis von rd. M. 1,40 für 1 KW.St. ebenso teuer zu stehen kommt wie von Kohlenfadenlampen bei einem Strompreis von M. 0,50.

In besonderen Fällen werden auch 2×220 Volt-Anlagen am Platze sein, und zwar dann, wenn kleine Anlagen hauptsächlich Kraft zu liefern haben, wie es in landwirtschaftlichen Bezirken wohl vorkommt. Man wird dann die Kohlenfadenlampe beibehalten oder in der Nähe der Hauptkonsumstelle kleine »Ausgleicher«[1]), Fig. 637, einfügen, wenn auf die Benutzung von Metallfadenlampen Wert gelegt wird. Akkumulatorenbatterien mit rohen Bleiplatten eignen sich für Spannungsteilung wohl weniger, da bei Belastung der auf die auszugleichende Leistung bezogene Wirkungsgrad weniger als 50% beträgt, da Spannungsdifferenzen in den beiden Zweigen auftreten ferner Säuredämpfe sich entwickeln und schließlich der Isolationszustand der Anlage nicht im günstigen Sinne beeinflußt wird.

Bei Einfügung der Ausgleicher in ein Dreileitersystem erhält man ein modifiziertes Fünfleitersystem, modifiziert in dem Sinne, daß die Schaltanlage im Kraftwerk gar nicht berührt wird. Man kann diese kleinen Apparate so bauen, daß sie ohne Widerstände angelassen werden können und ohne Aufsicht Monate lang laufen; Präzedenzfälle liegen schon in den kleinen Zählermotoren vor. Die Verluste werden wegen Lager-, Luft- und Bürstenreibung höher als bei Divisoren sein, so daß der auf die Gesamtleistung bezogene Wirkungsgrad je nach den Verhältnissen 95 bis 98% betragen dürfte. Derselbe sollte jedoch keinen Anlaß zu Einwendungen geben, solange in den Speiseleitungen Verluste bis 15% zugelassen werden.

Dr.-Ing. W. Siebert, Altona-Hamburg.

---

[1]) Vgl. Vortrag von L. Schröder im Elektr. Verein vom 28. November 1905 und 19. Dezember 1905 über »Anwendung von Pufferbatterien bei Drehstrom«.

[2]) Außerdem wird der Umformer kleiner als der Motorgenerator — dieselbe Leistung vorausgesetzt, bei Drehstrom z. B. nur etwa halb so groß, wenn die sechs Enden der drei Phasen an die Schleifringe gelegt sind.

[1]) Es sind hier die Worte »Divisoren« und »Ausgleicher« gewählt, um Apparate mit bezw. ruhender und rotierender Wicklung zu kennzeichnen, ebenso wie bei »Transformator« und »Umformer«.

Aus dem Rechtsleben.

Haftpflicht. Das Aufspringen auf einen in der Fahrt begriffenen elektrischen Motorwagen muß unter allen Umständen als ein schweres eigenes Verschulden des dabei Verletzten bezeichnet werden. Die Gefährlichkeit dieses Aufspringens und damit auch die Schwere des Verschuldens wird indessen noch erheblich gesteigert, wenn das Aufspringen auf den Vorderperron eines Wagens unternommen wird. In milderem Lichte würde die eigene Fahrlässigkeit des Klägers nur erscheinen, wenn es richtig wäre, daß der Motorführer an der Haltestelle nicht gehalten und der Kläger deshalb versucht hätte, aufzuspringen. Das ist aber widerlegt. Wenn das Berufungsgericht zugunsten des Klägers in Betracht zieht, daß das Fahrpersonal das Aufsteigen während der Fahrt duldet, so bleibt nichtsdestoweniger bestehen, daß jeder Fahrgast bei der Voraussehbarkeit der Gefahr des Aufspringens auf eigene Gefahr handelt und durch die Duldung des Fahrpersonals, das die Gefahr des Aufspringens nicht durch Zurückstoßen des Aufspringenden erhöhen kann, von dem eigenen Verschulden nicht entlastet wird. Abwegig ist es ebenso, wenn das Berufungsgericht für die Ursache des Ausgleitens des Klägers die Vermutung aufstellt, daß das Trittbrett oder die Perronstange des Motorwagens oder sonst ein Teil der Betriebseinrichtungen desselben nicht in Ordnung gewesen sei. Dergleichen die Betriebsgefahr erhöhende Umstände sind vom Kläger selbst nicht behauptet, der vielmehr nur vorbringt, daß der Wagen plötzlich in schnelle Bewegung versetzt worden sei, ein Vorbringen, das eine Milderung des Verschuldens des Klägers im Verhältnis zur Betriebsgefahr darzutun nicht geeignet ist. Eine solche Vermutung kann nicht die Stelle einer Feststellung vertreten und ihre Widerlegung von der Beklagten zu fordern erscheint in keiner Weise angängig. Wie die Revision zutreffend bemerkt, erklärt sich das Ausgleiten des Klägers ganz natürlich dadurch, daß er zu kurz sprang und auf dem Trittbrette nicht festen Fuß fassen konnte; darin, daß dieses beim Versuche des Aufspringens öfters vorkommt, ist gerade die Gefährlichkeit des Aufspringens begründet. Es ist mithin das eigene Verschulden des Verletzten der Betriebsgefahr gegenüber so überwiegend, daß seine Schadenersatzklage abgewiesen werden muß.

Entscheidung des Reichsgerichts vom 6. Febr. 1908 (VI 169/07).

Über die Haftpflicht Minderjähriger, welche durch die Straßenbahn verletzt werden, machte das Reichsgericht in einem Urteile vom 25. Jan. 1908 (VI 166/07) folgende beachtenswerte Ausführungen: Die Straßenbahn hat eingewendet, daß der Unfall durch eigenes Verschulden des Verletzten oder durch höhere Gewalt verursacht sei. Beide Einwände hat der Berufungsrichter verworfen, die Klägerin sei durch die Belästigung und Verfolgung seitens des Knaben A. offenbar in große Angst versetzt worden. Bei der Persönlichkeit dieses Knaben sei es völlig erklärlich, daß sie vor dessen drohenden Angriff in Furcht und Schrecken geraten und völlig eingeschüchtert auf den Gehweg der anderen Straßenseite zu gelaufen sei. Bei dieser Furcht sei es nicht auffällig, daß sie jeden Gedanken an andere Gefahren, insbesondere die Straßenbahn, für den Augenblick verloren hatte. In diesem Zustande der Furcht und des Schreckens, welcher es der Klägerin unmöglich gemacht habe, die erforderliche Sorgfalt aufzuwenden, sei Klägerin ohne ihr Verschulden verletzt.

Die hiergegen erhobenen Einwendungen konnten einen Erfolg nicht haben. W. C.

Aus den Geschäftsberichten.

Auszug aus dem 36. Geschäftsbericht für 1907 der Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co., Akt.-Ges. in Breslau. Durch das Ergebnis des Geschäftsjahres 1907 sind die im vorjährigen Geschäftsbericht ausgesprochenen Erwartungen nicht nur erfüllt, sondern ansehnlich übertroffen, indem eine um 36% höhere Produktion als im Vorjahre erreicht werden konnte.

Es wurden 1208 Wagen und andere Fabrikate für M. 5 517 157 (gegen 888 Wagen etc. für M. 4 034 329 im Jahre 1906) abgeliefert und ist damit die seither größte Lieferungsziffer (M. 4 423 265 im Jahre 1899) weit überholt.

Von dem Überschusse von M. 504 115,42 wird eine Dividende von 35% verteilt und M. 10 110,27 auf neue Rechnung vorgetragen.

Neue Bücher.

Gemeinfafsliche Darstellung des Eisenhüttenwesens. Herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute in Düsseldorf. 6. Aufl. 1907.

Das jetzt in 6. Auflage vorliegende Werkchen ist nach jeder Richtung hin eine gediegene Arbeit. Es gibt einen Überblick über die technischen und die wirtschaftlichen Fragen des Eisenhüttenwesens und entrollt dabei trotz der Kürze ein so klares und zutreffendes Bild, daß es einem wirkliche Freude bereitet, das Büchlein durchzulesen. Die Eisenindustrie hat sich eine solche gewichtige Stellung in unserem Vaterlande erworben, daß es wohl für jeden Gebildeten ein Bedürfnis sein muß, an der Hand dieses Buches einen Blick hineinzutun in jenes wohlorganisierte Getriebe und in jene Werkstätten des Schaffens, aus denen das Eisen in seiner mannigfaltigen Gestalt hervorgeht als Pflug, als Waffe, als dem Weltverkehr dienendes Eisenbahnmaterial oder als Baustoff für Maschinen, Brücken, Eisenbauten und Schiffe.

E. Heyn.

Einführung in das Studium der Eisenhüttenkunde. Eine zusammenfassende Darstellung der Grundlagen des Eisenhüttenwesens von Carl Brisker, Ingenieur, Dozent für Enzyklopädie der Eisenhüttenkunde an der k. k. montanistischen Hochschule in Leoben. Leipzig 1907, Verlag von Arthur Felix.

Das Buch ist auch kurz, steht aber in bezug auf Klarheit und Schärfe des Urteils weit hinter dem vorgenannten Werke zurück. Der Verfasser betont, daß er bestrebt war, mit seinem Buch technisch Gebildeten, wie Bergleuten, Chemikern und Maschinenbauern, oder Studierenden, welche sich dem Hüttenwesen widmen wollen, eine gründliche allgemeine Orientierung über Mittel und Ziele des modernen Eisenhüttenwesens zu verschaffen. Ich fürchte aber, daß es für Chemiker zu breit und für Nichtchemiker nicht verständlich genug geschrieben sein wird. Das Buch stützt sich auf vorzügliche Quellen, in erster Linie auf Ledeburs bekanntes Handbuch der Eisenhüttenkunde. Es ist aber nicht an allen Stellen des Buches die Wiedergabe des Stoffes in dem klassischen Geist gehalten, der Ledeburs Werke auszeichnet. — Anerkannt muß werden, daß der Verfasser bestebt war, das Neue, was in letzter Zeit die Metallographie und physikalische Chemie gebracht haben, in seinem Buche zu behandeln. Aber auch hier sind Flüchtigkeiten und sonstige Mängel nicht vermieden. E. Heyn.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

C. Beschreibung ausgeführter oder geplanter Bahnanlagen sowie besonderer Systeme.

1. Vollbahnen.

Die neuen Alpenbahnen und Zufahrtlinien in die Schweiz. Von H. Cox. (Z. d. V. D. I., 4. Jan. 1908, S. 17.)* Vergleich der Tunnelprojekte Splügen, Lukmanier, Grcina, Tunnellängen in der Höhe von 300 resp. 1400 m ü. d. M., beim Lukmanier 37 resp. 18 km, bei der Greina 22 resp. 9 km. Aufzählung der Ersparnisse an Entfernung; welche durch den Bau der Tunnel erzielt werden, sowie der Ersparnisse an Beförderung für Personen und Güter beim Splügentunnel. Bei der Greinabahn sind die Vorteile für Güterverkehr am größten. Baukosten beider Bahnen gleich und ca. Frs. 112,5 Mill. Längsprofile für Greina- und Splügenbahn, bei ersterer geringere Steigung und kürzerer Tunnel. Beide Bahnen lassen sich elektrisch betreiben, da geeignete Wasserkräfte zur Verfügung stehen. — Die Rickenbahn zur Verbindung von Toggenburg (St. Gallen) und Wettwil (Zürieher See) im Bau befindlich. Tunnel Wettwil—Uznach 15 km lang, Frs. 10,9 Mill. Ebenfalls begonnen ist der Bau der Lötschbergbahn zur Verbindung des Kantons Bern mit dem Simplontunnel; drei Projekte mit 33 und 15‰ Steigung; 55,9, 57,2 und 111,4 km Gesamtlänge und 88, 108 und 119 Mill. Baukosten; Betriebskosten für das km-Jahr für elektrischen Betrieb Frs. 28700, 26400 und 26700 bei Drehstrom von 3000 Volt. Eingleisiger Tunnel mit Ausweichstrecke 500 m lang. Zusammenstellung der Zufahrtlinien.

Current Transmission and Collection in the East River Tunnels of the New York a Long Island Railroad Company. (Street R. Journ., 28. März 1908, S. 492.)* Als Stromabnehmer auf den Stadtlinien dient der gewöhnliche Rollenabnehmer mit Rute. Für die Fahrt in den Tunnels wurde noch ein Pantograph-Abnehmer hinzugefügt, welcher in der niedrigsten Stellung nur 20 cm, in der normalen 28 cm, in der höchsten Stellung 40 cm über dem Dach steht. Der Strom wird von einer am Scheitel des Tunnels angebrachten T-Schiene abgenommen, die in Entfernungen von 2,75 m unterstützt ist. Tunnelabmessungen: Höhe vom Kopf der Schwellen bis zum Scheitel 4,32 m, Höhe von S. O. bis zur normalen Stellung des Kontaktsehuhs 3,668 m, Höhe vom Schwellenkopf bis Wagendach 3,63 m, lichte Weite 3,25 m.

Die Vorbereitungen der Staatseisenbahnverwaltung für die Einführung des elektrischen Betriebes auf Hauptlinien. (Zeitschrift des Österr. Ing. und Arch. Vereins Wien, 60. Jahrgang, Nr. 13 und 14.)* Die k. k. österreichische Staatseisenbahnverwaltung hat eine eigene Studienabteilung errichtet, die sich mit der Beschaffung ausführlicher und zuverlässiger Grundlagen sowohl in technischer, wie wirtschaftlicher Beziehung für die Elektrisierung des größten Teiles ihrer Hauptbahnen zu befassen hat. Im wesentlichen sind es zunächst die Gebirgsbahnen, für die ein systematisches Studium durchgeführt werden soll.

Als Hauptmomente werden angeführt und kritisch besprochen:

1. Die Kohlenpreise. Nach einer Mitteilung der Pennsylvaniabahn haben sich die Kohlenpreise von 1872 bis 1902 wesentlich erhöht und die Löhne verdoppelt und trotz dessen sind durch Erhöhung des Zugbruttos in diesem Zeitraume die Zugförderungskosten von Cts. 1,6 auf Cts. 0,36 pro t Meile herabgedrückt worden. Maximales Bruttogewicht dieser Bahn z. Z. ca. 2000 t. 1906 betrugen die Kosten nur Cts. 0,25 pro t Meile = 0,78 Heller pro t km. Aber die Leistungen der größten Dampflokomotiven bleiben gegenüber denjenigen elektrischer doch noch wesentlich zurück, wie Tabelle zeigt.

Bezeichnung	Simplon dreiphasig	New York Central Gleichstrom	New Haven einphasig	Erie Mallet Dampf
Gewicht in t . .	68	95	93	280
Länge in m . . .	11,1	11,2	11	23
Dauerleistung in PS	2700	2200	1000	2000
Dauerleistung für 1 t Gewicht in PS .	39,7	23,2	10,8	7,2

Elektrische Lokomotiven haben geringeres Gewicht, kleinere Baulänge bei größerer Leistungsfähigkeit. Mallet-Dampflokomotive bei 2000 PS mit Tender 216 t schwer, Achsdruck 25 1/4 t, Zugkraft 30000 kg.

2. Bewältigung des steigenden Verkehrs, wenn Schwierigkeit oder Unmöglichkeit, neue Geleise zu verlegen, neue Tunnel zu schaffen usw. Hier tritt besonders die Arlbergbahn in den Vordergrund, die schon heute auf einem Gleise pro Jahr 2288000 t Brutto befördert

3. Den wichtigsten Punkt für die Elektrisierung bildet jedoch die frühzeitige Beschaffung von Wasserkräften, die namentlich für die österreichischen Alpenbahnen von außerordentlicher Bedeutung ist und deren Ankauf durch die Industrie insbesondere für elektrochemische Zwecke intensiv betrieben wird. Zum Vergleiche seien die Kohlenpreise genannt, die die österr. Staatsbahnverwaltung in den letzten Jahren zahlte:

1906	K 6,4
1907	» 8,8
1908	» 10,5 = 64% mehr.

Hierzu kommt noch der Transport, da die verlangte Kohlenmenge im Inlande nicht mehr gedeckt werden kann, pro t bei gebührenfreier Regiefracht K 19,74 für die Arlbergbahn. Fortsetzung folgt.

Die Vorbereitungen der Staatseisenbahnverwaltung für die Einführung des elektrischen Betriebes auf Hauptlinien. (Zeitschrift des Österr. Ing. und Arch. Vereins Wien, 60 Jahrgang, Nr. 13 und 14.)* Schluß. Die Wasser der österreichischen Alpenländer weisen ganz erhebliche Schwankungen in der Wassermenge auf, so z. B. der Isonzo bei Karfreit im Jahre 1903 eine Minimalwassermenge von 8 cbm/Sek. und eine maximale von über Hundert. Es können daher von diesem Flusse selbst bei der günstigen Gefällstufe von 154 m dauernd nur ca. 8000 PS gewonnen werden, während bei einer durchschnittlichen Wassermenge von 24,5 cbm/Sek. ca. 38000 PS erhaltbar sind. Sollte diese Leistung als Dauerleistung zur Verfügung stehen, so müßte ein Sammelbecken von 115000000 ebm Fassungsraum geschaffen werden, was durch das Fehlen geeigneter Täler nicht möglich ist.

Nach angestellten Ermittlungen müßte bei Anlage des Isonzowerkes noch ein Dampfkraftwerk errichtet werden mit einer Leistung von ca. 4240 PS und zwar der leichteren Kohlenbeschaffung wegen in

Triest. Dieses Kraftwerk würde bei einer jährlichen Unkostensumme von K 366 000 durchschnittlich etwa 15 Tage im Betriebe sein, also außerordentlich unwirtschaftlich arbeiten.

Eine neue Anregung wird dadurch gegeben, die von den Wasserkraftwerken jährlich über den Bedarf der Bahnen erzeugte elektrische Arbeit an die Industrie, in der Hauptsache an elektrochemische Werke abzugeben und dadurch die etwa notwendig werdenden Dampfkraftwerke zu amortisieren. So könnte das Isonzowerk jährlich etwa 100 000 000 PS.St. Überschuß liefern und zwar während neun Monaten gleichmäßig.

Die Arbeiten der Studienabteilung erstrecken sich auf sämtliche südlich der Donau gelegenen und von der k. k. Staatsbahn betriebenen Strecken und umfassen die Amtsbereiche von Innsbruck, Villach, Triest, Linz und Wien mit etwa 4000 km Bahnstreckenlänge. Sie sind in 150 Studienabschnitte eingeteilt, die einzeln untersucht und bearbeitet werden und deren Ergebnisse dann zusammengelegt werden, um so eine vollständige Übersicht zu gewinnen. Bezüglich des Stromsystems sind Verhandlungen mit den Nachbarstaaten eingeleitet, um eine einheitliche Ausgestaltung der elektrischen Einrichtung mit Rücksicht auf die Anschlußgleise von vornherein zu erreichen.

Die Terrainaufnahmen wurden teilweise nach der stereophotogrammetrischen Methode gemacht.

Als Wasserkräfte wurden zunächst in Aussicht genommen diejenigen der Salzach zwischen Konkordiahütte und Golling, des Isonzo zwischen Flitsch und Karfreit, der Save zwischen Moste und Rann, der Ötz zwischen Tumpen und Ötz, des Inns zwischen der Pontlatzerbrücke und Landeck.

4. Bahnen besonderer Bauart einschl. der gleislosen Bahnen.

Petrol-Electric Systems for Heavy Vehicles. Vortrag von F. Smith und Stevens. (Elect. Enging., 26. März 1908.)* Der Betrieb mit Motoromnibussen in London hat sich zufolge der hohen Betriebskosten (M. 1 pro engl. Meile) als unwirtschaftlich erwiesen. Eine Verringerung der Betriebskosten ergibt sich bei Einführung des gemischten Betriebes mit elektrischer Kraftübertragung, wie bei dem bereits in London eingeführten System Hallford. Eine 30 PS Vierzylindergasmaschine treibt einen Nebenschlußgenerator an, welcher an zwei, die Hinterradachse mittels Wurmrad antreibende, Motoren Strom liefert. Die Ersparnis ist hauptsächlich auf den erhöhten Wirkungsgrad und Wegfall des Wechsel- und Differentialgetriebes zurückzuführen. Die Geschwindigkeitsregulierung geschieht durch Feldregulierung und Reihenparallelschaltung, sowie durch Gasdrosselung. Das Drehmoment ist zufolge der fallenden Charakteristik des Generators für alle Geschwindigkeiten konstant, so daß die Geschwindigkeit proportional der Generatorspannung ist. Das Übersetzungsverhältnis des Schneckenantriebes ist 1 : 12 bis 1 : 16; der Gesamtwirkungsgrad zwischen Gasmaschine und Radachse 67 bis 70%. Der Generator soll momentanen Überlastungen des dreifachen Normalbetrages stand halten. Es konnten bei den angestellten Versuchsfahrten Leistungen von 50 bis 65 000 Jahreskilometern erzielt werden. Ein Vergleich der Betriebskosten ergibt sich aus folgender Gegenüberstellung:

	Betriebskosten der englischen Meile in Pf.	
	bei mechanischem Antrieb	bei Petroleum-elektrischen Antrieb
Abschreibung, Versicherung etc.	20,2	15,3
Brennmaterial	8,5	2,9
Instandhaltung	20,8	8,5
Öl- und Schmiermaterial	3,1	0,8
Löhne etc.	50,5	50,5
Gesamt	103,1	78,0
pro km	62,5	48,8
Ersparnis	—	23%

5. Transportanlagen für Massengüter.

Lagerhaus der Süddeutschen Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft in Wien. Von R. Dub. (Z. d. V. D. I., 7. März. 1908, S. 361.) Maschinelle Einrichtung von der Wiener Firma J. v. Petravic & Co. Drehstrom 220 Volt. 1. Verladekran von 3000 kg Tragkraft. Zwei gegeneinander abgestufte Ständer in A-Form, welche auf Schienenbahn laufen, tragen zwei horizontale, auf zwei Seiten über die Ständer hinaus verlängerte Gitterträger, an denen die Katzenlaufbahn (I N 30) fahrbar angehängt ist. Kranfahrmotor 14 PS; Fahrgeschwindigkeit 23 m pro Min.; Elektromagnetbremse. Kippen des Kranes tritt bei 650 kg Überlast ein; Verklammerung mit der Laufschiene. Hubwindwerk mit zwei Geschwindigkeiten, die durch Verschieben des Motors angestellt werden. Hubmotor 7 PS, 8 und 24 m pro Min. für Lasten unter und über 1000 kg. Katzenfahrmotor 4,5 PS, Katzenfahren 100 m pro Min. 2. Feststehender Drehkran für 6000 kg bei 11 m Ausladung und 14 m Hub. Stützgerüst als genietetes Rohr ausgeführt. 3. Elektrisch betriebenes Spill für Verholen von Schleppkähnen von 715 t Ladefähigkeit; Zugkraft 1700 kg.

Über einige neuere Hängebahnen. Von Prof. M. Buhle, Dresden. (»Stahl und Eisen«, 26. Febr. 1908.) Es werden mehrere Ausführungen von Hängebahnen der Firma Artur Koppel, A.-G., Bochum, beschrieben und zwar eine Hängebahn für Handbetrieb, geliefert für die Gasanstalt Erfurt, eine elektrische Hängebahn mit Einzelantrieb, geliefert für eine chemische Fabrik, und eine elektrische Hängebahn mit Lokomotivbetrieb, geliefert für ein Hüttenwerk.

D. Bau der Strecken.

1. Vorarbeiten, Linienführung, Unterbau, Oberbau, Bahnhofanlagen.

Corrugations on the Upper Surface of Rail Heads. (Electric Lond., 15. Nov. 1907, S. 167.)* Wellenförmige Abnutzungen treten gewöhnlich ziemlich plötzlich an den Schienen auf; sie werden stärker, wenn ein dichter Verkehr herrscht. Sie sind ziemlich gleichmäßig und verschwinden nach und nach wieder, wenn sie ein bestimmtes äußerstes Maß erreicht haben. Doch hängt ihr Auftreten und Verschwinden von bestimmten Umständen ab. Gewöhnlich sind sie nach drei bis fünf Jahren wieder ganz unberträchtlich. Sie erscheinen wieder, wenn sie, etwa durch Feilen, entfernt worden sind. Die Wellen sind von verschiedener Länge und Tiefe. Da sie auch bei Dampfbahnen auftreten, können sie nicht, wie zuweilen angenommen wird, von Stößen in den Zahnrädern herrühren. Die Abnutzungen finden sich bei genauer Prüfung dort, wo die Wirkung der Räder

auf die Schiene eine dauernde Formveränderung hervorrufen konnte. Das kann durch die hohe Belastung der Räder z. B. geschehen. Es ist dabei nicht nötig, daß die dauernde Belastung eines Rades die Ursache bildet, es kann vielmehr die Wirkung durch eine Summation einer Anzahl kleiner zufälliger Verschiebungen in der Belastung eintreten, so daß die Elastizitätsgrenze des Schienenmaterials überschritten wird. Da Schiene und Rad aus elastischem Material bestehen, kann die Berührung zwischen beiden nicht in einer Linie, die senkrecht zur Schiene liegt, erfolgen. Es muß sich eine kleine Fläche bilden, deren Größe von der Belastung, der Elastizität des Materials, der Zusammenpressung und teilweise auch von der Form der sich berührenden Körper abhängt. Wenn die Oberflächen noch nicht abgenutzt sind, muß die Berührungsfläche größer werden als bei schon abgeflachtem Radumfang.

Durch das Bremsen und das dadurch veranlaßte Gleiten der Räder werden Schrammen hervorgerufen. Ein gebremstes Rad mit harter Lauffläche wirkt wie ein Werkzeug auf die Schiene, mit dem Unterschiede, daß das Werkzeug abgerundet ist, eben um die Wirkung abzuschwächen. In Hamburg wurde 1894 der elektrische Betrieb eingeführt. Solange Schienen und Räder die gleiche Härte hatten, traten wellenförmige Abnutzungen nicht auf. Sie erschienen kurze Zeit, nachdem 1896 härtere Räder angewendet wurden, und nicht nur von neu verlegten Schienen, sondern auch von denen, die schon einige Jahre gelegen hatten. Im folgenden Jahre wurde eine Linie mit Dampflokomotiven betrieben, die weiche Radreifen hatten, und die wellenförmigen Erscheinungen traten plötzlich selbst an den Schienen auf, die schon längere Zeit in Benutzung gewesen waren.

3. Signalwesen.

Das Eisenbahnfahrgleis als Stromleitung in elektrisch selbsttätigen Blocksignalanlagen. Von L. Kohlfürst. (Schweiz. E. T. Z., 25. Jan. 1908, S. 37; 1. Febr. 1908, S. 49; 8. Febr. 1908, S. 61; 15. Febr. 1908, S. 74.)* Wichtigkeit automatischer Blocksignalanlagen und Vorteile, die die Verwendung des Gleises zur Stromleitung bietet. Beschreibung der Schaltungen von Pope und Hendickson, Robinson, der Hall-Signal Comp., von Gasser; Schienenverbinder, isolierende Laschen, Isolierung des Gleises vom Unterbau, Versagen der Einrichtungen. Konstruktion der Relaisstromquellen. Ausführungsformen der Signale. Schädliche Wirkungen vagabundierender Ströme und Mittel zu ihrer Unschädlichmachung.

4. Wagenschuppen und Werkstätten.

Changes in Shops and Shop Practice by the New York and Queens County Railway Comp. due to the Adoption of All-Steel Cars. (Street R. Journ., 4. April 1908, S. 546.)* Für die mit dem Übergang zum Tunnelbetrieb beschafften Stahlwagen reichen die Einrichtungen der alten nur für hölzerne Wagen bestimmten Werkstätten nicht aus. Die Änderungen erstrecken sich in der Hauptsache auf die innere Einteilung der Werkstätten. Die Flügeltüren wurden zum großen Teil durch Rolltüren ersetzt, die Dächer mit Rücksicht auf bessere Beleuchtung abgeändert, die Schmiedewerkstatt wurde von 47 qm auf 116 qm Fläche gebracht, der Maschinenraum etwa vervierfacht. Einzelheiten der Abänderungen und Einrichtungen.

E. Bau der Fahrzeuge.

2. Das Fahrzeug und seine mechanischen Einzelheiten.

Die Elektromobile auf der Pariser Automobilausstellung 1907. Von W. A. Th. Müller. (E. T. Z., 27. Febr. 1908, S. 189.) Es waren viel weniger Wagen mit reinem Batteriebetrieb ausgestellt als in den Vorjahren, dagegen zeigte sich eine starke Zunahme der Elektromobile, die einen Benzinmotor als primäre Kraftquelle verwenden. Wagen von Mercédès Mixte: Radnabenmotoren in den Hinterrädern, Regelung durch Motorenschaltung und Spannungsänderung der Dynamo und zwar letzteres durch Axialverschiebung des konischen Ankers in konischer Polbohrung, kleine Akkumulatorenbatterie zum Andrehen des Benzinmotors und zur Erregung der Dynamo. — Wagen von Krieger: Anordnung der Motoren bei leichten Wagen an der Vorderachse, bei Lastwagen an der Hinterachse pendelnd mit doppelter Stirnradübersetzung, Regelung durch Änderung der Drehzahl des Benzinmotors und durch Feldstärken — Änderung, Akkumulatoren zum Andrehen und zur Dynamoerregung. — Société Electro-Mécanique, Suresne, Marke »Lavo«: Differentialmotor, dessen Anker und Magnetgestell sich in entgegengesetzter Richtung drehen. Innenverzahnung des Übersetzungsgetriebes auf der einen, Außenverzahnung auf der anderen Seite ergeben gleichen Drehsinn der Vorgelegewellen, die mit dem Motorschutzgehäuse am Rahmen festliegen. Von diesen gehen Kettenübertragungen nach den Hinterrädern. Regelung beim Anfahren und Halten durch Anlaßschalter mit Widerständen; höhere Geschwindigkeiten durch Drehzahländerung des Benzinmotors. Keine Akkumulatoren. Andrehen von Hand. — Société Gén. des Automobiles Electro-Mécanique, Paris. Marke »G. E. M.«: Aufbau wie ein Benzinautomobil mit Kardanantrieb, nur daß an Stelle des Schwungrades eine Nebenschlußdynamo sitzt und das Wechselgetriebe fehlt. Eine Akkumulatorenbatterie (24 Elemente) nimmt je nach dem Belastungsgrade des Benzinmotors Energie auf oder gibt sie infolge Abfalls der Drehzahl des Maschinensatzes ab, wenn die Fahrwiderstände des Wagens ein größeres Drehmoment erfordern, als der Benzinmotor allein hergeben kann. Zwischen Maschinensatz und Kardanwelle liegt Kupplungs- und Bremsscheibe, beide elektromagnetisch betätigt. Rückwärtsfahrt durch Batteriestrom allein unter Mitnahme des Benzinmotors nach rückwärts. Regelung der Drosselklappe des Benzinmotors nach dem Ladezustand der Akkumulatorenbatterie selbsttätig. Entladestrom öffnet, Ladestrom schließt die Klappe mehr oder weniger. Nach dem Anlassen erfolgt Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit durch Feldschwächung der Dynamo, Verminderung durch Gleitenlassen der Kupplung. — Société des Etablissements »Ampère« Billancourt (Seine): Bauweise wie Benzinautomobil mit Kardanantrieb. Getriebekasten mit drei Übersetzungen und Rückwärtsgang. Zahnräder bleiben dauernd alle in Eingriff. Demjenigen Räderpaare, das zur Wirkung kommen soll, wird durch Schleifbürste Strom zugeführt, der es elektromagnetisch mit der Welle kuppelt. Stromquelle dazu ist der Magnetinduktor für die Zündung des Benzinmotors, der einen Kollektor für Gleichstrom von 20 Volt besitzt.

Herausgegeben von Professor Dr.-Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule,
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Eugen EICHEL-Berlin, Beratender Ingenieur; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden: Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; L. C. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VÁLATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geb. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **14. Oktober 1908.** **Heft 29.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zusendung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36 maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Die Rittnerbahn (Tirol). Von Dr.-Ing. Egon E. Seefehlner, Wien. S. 577.

Über Wechselstrombahnmotoren der Maschinenfabrik Oerlikon und ihre Wirkungen auf Telephonleitungen. Von Dr. Hans Behn-Eschenburg. Fortsetzung. S. 584.

Kleine Nachrichten. S. 590. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft: Das Kraftwerk der Abwasseranlage in Chicago. — Neuere elektrische Kraftanlagen in British Columbien. — Allgemeines: Jahresbericht der Technischen Prüfungsstellen der Schweiz. Elektrotechnischen Vereins. — Aus dem Rechtsleben: Haftpflichtfall.

Aus den Geschäftsberichten. S. 591. Auszug aus dem Geschäftsbericht der Aachener Kleinbahngesellschaft für 1907.

Neue Bücher. S. 594. — **Zeitschriftenschau.** S. 594.

Die Rittnerbahn (Tirol).

Von Dr.-Ing. Egon E. Seefehlner, Wien.

Tirol war eines der wenigen Kronländer Österreichs, das noch im Jahre 1902 keine Bahn mit elektrischem Betriebe aufzuweisen hatte, trotzdem die Verkehrsbedingungen in diesem Lande mit lebhaften Fremdenverkehr gewiß nicht ungünstiger waren als anderswo.

Seit der im Herbst 1904 eröffneten, in jeder Hinsicht mustergültigen Mendelbahn hat private Unternehmungslust mit und ohne Hilfe staatlicher Gelder bedeutendes geleistet: Ende 1908 werden in Tirol 168 km elektrische Bahnen im Betriebe stehen. Der Löwenanteil entfällt auf die beiden Jahre 1907 und 1908, wie der umstehenden Tabelle I zu entnehmen ist.

Schon ein Blick auf die technischen Angaben der einzelnen Anlagen läßt erkennen, daß die Fortschritte im elektrischen Bahnwesen den Tirolerbahnen zugute gekommen sind. Die »alte« Normalspannung von 550 Volt erscheint so gut wie verlassen; 750 Volt haben sich als gangbarer Wert eingeführt, von dem ein Übergang auf 800 bis 1000 Volt auch schon stattgefunden hat.

Dem technischen Fortschritt, der schon die allgemeinen Anlageverhältnisse kennzeichnet, finden wir auch bei den Detailausführungen Rechnung getragen, die daher in mancher Beziehung von Interesse sein können.

Die Rittnerbahn.

»Nordöstlich der Stadt Bozen, zwischen den Tälern des Eisak und Talfer, dehnt sich langgestreckt ein Höhenzug, der zuerst als schmaler Bergrücken, später in breiterer und reicher gegliederter Entwicklung tief in das Herz der Zentralalpenkette eindringt. Dieser mächtige Gebirgsstock heißt in seinem südlichsten Teile Rittnerberg oder am Ritten und reicht in seiner höchsten Erhebung, dem Rittnerhorn, bis zu einer Höhe von fast 2300 m. Von der Talsohle überall steil ansteigend dehnt sich auf einer Höhe von durchschnittlich 1300 m ein weites, in sanften Linien bald leise ansteigendes, bald leise sich senkendes, dann wieder in langen Strecken ebenes Plateau in einer Längenentfernung von mehreren Stunden aus. Die völlige Isolierheit dieses Gebirgszuges und der Umstand, daß derselbe sich durchschnittlich zu größeren Höhen erhebt als die Höhenzüge jenseits der Talfer auf der einen und jenseits des Eisak auf der anderen Seite, haben zur Folge, daß sich dem Auge des Beschauers vom Rittnerplateau aus ein fast im ganzen Gesichtskreise geschlossenes Höhenpanorama von unbeschreiblicher Großartigkeit eröffnet. Beginnend im Nordosten mit der Bergwelt der Dolomiten umfaßt dasselbe, angefangen von dem Massiv des Peitlerkofels und der Geislerspitzen, fast alle namhafteren Gruppen der südwesttirolischen Dolomiten.«

Diese wenigen Worte — dem Prospekt des »Aktionskomitees« entnommen, müssen uns im Rahmen dieses Berichtes über das von der Rittnerbahn erschlossene Verkehrsgebiet genügen. Die Notwendigkeit der Herstellung eines modernen, bequemen Verkehrsmittels ergab sich aus der steten Zunahme der Ansiedelungen am Rittnerplateau einerseits, und dem vollständigen Fehlen jeglichen Verkehrsweges anderseits. Reit- und Tragtiere und von Menschenhand geführte Schlitten (Fig. 638) waren diejenigen Hilfsmittel des Verkehres, deren man sich bedienen mußte, um auf den einzig vorhandenen Saumweg — die Steigung desselben beträgt bis 35% — in die Höhe zu gelangen.

Tabelle I. Elektrische Bahnen in Tirol.

Bahnlinie	Baufirma	Eröffnungsjahr	Betriebslänge km	Stromsystem	Fahrpark: Motorwagen Anzahl	Motoren	PS pro Motor	B. W.	G. W.	Bemerkungen	Spurweite
Mendelbahn { Adhäsionsstr. / Seilstrecke	Ö. S. W. A. E. G. U.	1903	2,2	650 G	2	2	65	2	—		N.S
			2,2		—	—	90*	2	—	Windwerkmotor	M
Stubaitalbahn	A. E. G. U.	1904	18,2	2500 W 40	4	4	40	6	14		M
Straßenbahn Innsbruck .	»	1905	4,6	550 G	12	2	25	4	—		M
Straßenbahn Lana—Meran	»	1906	7,5	600 G	4	2	35	3	1		M
Hungerburgbahn	»	1906	0,85	440 G	—	—	80*	2	—	*Windwerkmotor	M
Rittnerbahn	»	1907	12,5	750 G	4	2	45	2	4		M
Virglbahn	»	1907	0,3	3000 D	—	—	50*	2	—	*Windwerkmotor	M
Meran—Mais	Ö. S. S. W.		7,0	750 G	12	2	35	2	—		M
Bozen—Gries	»		2,0	750 G	8	2	35	—	—		M
Bruneck—Sand	A. E. G. U.		13,2	750 G	2	2	65	2	—		N.S
Innsbruck—Hall. . . .	»	1908 im Bau	12,2	1000 G	8	2	50	—	35		M
				550 G	10	2	25	—			
Mendel—Dermulo . . .	V. E. G u. A. E. G. U.		24,0	750 G	3	4	40	3	6		M
Trient—Malé	Ö. S. S. W. A. E. G. U.		60,0	800	10	4	50	12	30		M
		Summa:	168,7 km		88			42	90		

Erklärung der Abkürzungen: Ö. S. W. = Österr. Schuckertwerke. Ö. S. S. W. = Österr. Siemens Schuckertwerke. A. E. G. U. = A. E. G. Union. V. E. G. = Vereinigte E. G. N S = Normalspur. M = Meterspur. G = Gleichstrom. W = Wechselstrom. D = Drehstrom. B.W = Beiwagen. G.W = Güterwagen.

Die Bahn wurde von der gleichnamigen Aktiengesellschaft unter Mitwirkung der »Etschwerke« Bozen-Meran und unter Hauptbeteiligung des durch zahlreiche Bahnbauten in weiten Kreisen bekannten Bauunternehmer Ingenieur Josef Riehl, Innsbruck, in den Jahren 1906/07 erbaut.

Die allgemeinen Anlageverhältnisse (Fig. 639) stimmen im Wesentlichen mit denjenigen der Opcinabahn überein, die den Lesern dieser Zeitschrift[1]) aus einer früheren Veröffentlichung des Verfassers bekannt ist.

Die insgesamt 12,85 km lange eingleisige Strecke zerfällt in drei charakteristische Teile. Der Ausgangspunkt der Bahn und die erste nahezu horizontale Teilstrecke von rd. 1 km Länge befindet sich im bebauten Stadtgebiete Bozen und befährt die öffentlichen Straßen. Die zweite Teilstrecke überwindet in einer Längenentwicklung von rd. 4 km eine Höhendifferenz von 910 m bei 25,5 % maximaler Steigung.

Die restlichen 7,1 km weisen eine Höchststeigung von 4,5 % und Gegengefälle bis 3 % auf und haben wie überhaupt die ganze Bahn ausschließlich des ersten Kilometers eigenen Unterbau.

Die baulichen Eigentümlichkeiten dieser drei Teilstrecken waren bestimmend für den gewählten Oberbau. Im Straßenkörper gelangten Rillenschienen von 34,4 kg Metergewicht zur Anwendung. Dieses Schienenprofil müßte für eine Straßenbahn nach den heutigen Erfahrungen als etwas zu leicht bezeichnet werden, doch konnten gegen dasselbe keine Bedenken obwalten, weil der Zugsverkehr Zwischenräume von nie unter einer Stunde aufweist. Die Anzahl der Beanspruchung ist somit verhältnismäßig gering und auch der Raddruck von 3,5 bis 4 t nicht übermäßig.

Die Steilstrecke wurde mit Vignolschienen von 21,8 kg Metergewicht und Zahnstangenoberbau, System Strub, ausgerüstet. Der Oberbau gleicht in seinen grundsätzlichen Einzelheiten vollständig den bisherigen Ausführungen, insbesondere mit denjenigen der Opcinabahn. Einen Fortschritt bedeutet, daß die Zahnstange nunmehr in 4 m langen Stücken — statt wie früher 3,5 m — von den Werken geliefert wurde und daß man auf Grund bisheriger Erfahrungen keinen Anstoß nahm, die Laufschienen statt in zweifacher in dreifacher Länge der Zahnstange — also 12 m lang zu verlegen. Bemerkenswert ist immerhin, daß an Stelle der früher ausschließlich verwendeten Eisenschwellen, System Heindl, Lärchenholzschwellen genommen wurden. Die Ausführung des Zahnstangenoberbaues sowie der drei verwendeten Oberbauarten für die Adhäsionsstrecke ist der Fig. 640 zu entnehmen.

Es ist auf die Knappheit der zu Gebote stehenden Geldmittel zurückzuführen, wenn das 21,8 kg schwere Vignolschienensystem, das wegen der Höhe des Profils in Zusammenhang mit der Zahnstange angewendet werden mußte, auf der oberen Adhäsionsstrecke nicht beibehalten, sondern durch ein 17,89 kg schweres Profil mit 3625 kg Tragfähigkeit bei 75 cm Schwellenentfernung ersetzt wurde.

[1]) Elektr. Bahnen 1904, Heft 14, 15, 16.

Fig. 638. Zugeinheit der Rittnerbahn auf der Zahnradstrecke.

Bemerkenswert ist, daß nur eine Zahnstangenausweiche vorhanden ist und zwar in der Mitte der Zahnstangenstrecke in halber Höhe. Zahnstangenausweichen bilden bekanntlich den wunden Punkt jeder Zahnradbahn; eine geringfügige Unregelmäßigkeit genügt, um Störungen schwerster Art herbeizuführen. Es wurde daher grundsätzlich getrachtet, solche überhaupt zu vermeiden. Bei der Ausweiche auf halber Höhe war dies nicht möglich, weil die Vermeidung von Zahnstangenwechsel die Einschaltung einer längeren Reibungsstrecke mit geringer Steigung erfordert hätte, was unter den obwaltenden Verhältnissen praktisch unmöglich war.

Die Einfahrten am oberen und unteren Ende konnten dagegen in laufender Strecke in wagreehter Lage angeordnet werden, so daß die Stationsanlagen an den beiden Enden der Zahnstangenstrecke in den Stationen Bozen und Maria Himmelfahrt nur für Reibungsbetrieb eingerichtet werden mußten.

Diese Vereinfachung in der Oberbauanlage hat zur Folge, daß die Zahnradmaschinen auch für Reibungsbetrieb eingerichtet sein müssen. Die hierzu gewählte Einrichtung ist äußerst einfach und betriebssicher und auch bezüglich der Anschaffungskosten weitaus billiger als die Ausrüstung mehrerer Wechsel und mehrerer Geleise der Stationsanlagen mit Zahnstangen.

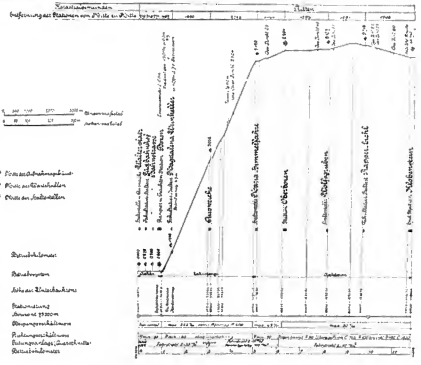


Fig. 639. Längen- und Höhenprofil der Rittnerbahn.

Für die Bemessung der Leistungsfähigkeit der gesamten elektrischen und maschinellen Einrichtungen diente als Grundlage ein Betriebsprogramm mit stündlich verkehrenden Zügen, je rd. 80 Personen fassend. Dementsprechend sind vier Zugeinheiten für den Personenverkehr vorgesehen worden, von welchen bei stärkstem Verkehr — Stundenintervall — drei im Dienst stehen, die vierte als Reserve dient.

Von den drei auf der Strecke befindlichen Zügen befinden sich höchstens zwei auf der Steilstrecke und zwar einer in Bergfahrt, der andere in Talfahrt mit der Kreuzung auf halber Höhe. Dieser Fahrplan erfordert somit zwei Lokomotiven für den Dienst, außerdem eine dritte als Reserve.

Der stärkste Verkehr mit Stundenintervall der Züge bildet zufolge der auf halber Höhe angeordneten Zugkreuzung für die Stromerzeugung nicht den ungünstigsten Belastungsfall, indem der talfahrende Zug mit Stromrückgabe arbeitet.

Die höchste Dauerleistung des Kraftwerkes entsteht, wenn sich ein Zug auf der Zahnradstrecke in Bergfahrt befindet, ohne daß ein gleichzeitig talfahrender Zug vorhanden wäre. Dieser Belastung entspricht eine Beanspruchung des Kraftwerkes mit rd. 250 KW, wobei auf den verhältnismäßig unbedeutenden Strombedarf eines zweiten auf den Reibungsstrecken verkehrenden Zuges bereits Rücksicht genommen ist.

Der Strom wird vom Elektrizitätswerk der Städte Bozen und Meran dem »Etschwerk« bezogen. Das Kraftwerk befindet sich in einer Entfernung von rd. 35 km von dem Unterwerk der Rittnerbahn, das in der vom Standpunkt der Stromversorgung günstigsten Stelle, auf halber Höhe in der Mitte der Zahnstangenstrecke errichtet wurde.

Die Etschwerke erzeugen Drehstrom von 46 Perioden und 10000 Volt Spannung. Die Fernleitung des

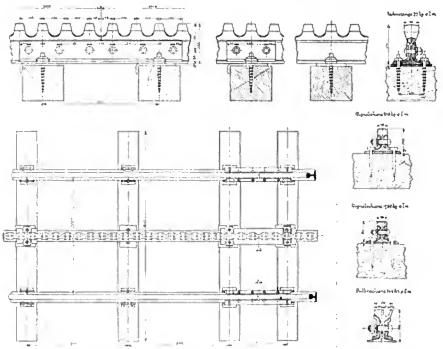


Fig. 640. Verwendete Schienensysteme der Rittnerbahn. (Maßstab 1 : 15 und 1 : 30.)

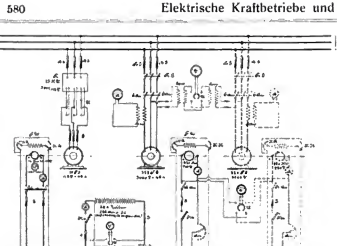


Fig. 641. Schaltungsschema des Umformerwerkes.

Stromes erfolgt ausschließlich mittels eines Kabels der angegebenen Länge, das gleichzeitig die Städte Bozen und Gries mit Strom versorgt. Des Interesses halber sei bemerkt, daß das Kabel eine Gesamtlänge von rd. 50 km besitzt und — bis zur Endstation Klobenstein der Rittnerbahn im Bahnkörper verlegt — auch für das ganze Rittnerplateau den Strom liefert.

Die direkte Verwendung des erzeugten Drehstromes — für den Bahnbetrieb — selbst wenn man das Speisekabel gegen Blitzschäden geschützt hätte und die Nachteile einer zweipoligen Oberleitung, die der Drehstrom erfordert, in den Kauf hätte nehmen wollen, schien wegen den Stromstössen ausgeschlossen. Da des weiteren der Wirtschaftlichkeit der Stromumformung — wie bei den meisten Wasserkraftanlagen — keine entscheidende Rolle zukam, konnte unbedenklicherweise ein Drehstrom-Gleichstromsystem mit 750 Volt Fahrdrahtspannung und parallelem Batteriebetrieb gewählt werden.

Die bekannten Vorteile dieser Betriebsweise sind im vorliegenden Falle um so wertvoller, als man nicht nur die Pufferwirkung der Batterie benötigt, sondern auch eine betriebssichere und wirtschaftliche Talfahrt der verhältnismäßig schweren Züge mit Stromrücklieferung ermöglicht. Daß diesem Moment große Bedeutung zuzumessen ist, lehren die Betriebsergebnisse anderer mit direktem Drehstrom betriebene Zahnradbahnen, die — trotzdem Stromrücklieferung bei den verwendeten Induktionsmotoren ohne weiteres möglich ist — dieselbe zumeist verlassen und besondere Einrichtungen geschaffen haben, damit die Motoren bei Talfahrt als Generatoren arbeiten und Strom in künstlich gekühlte Widerstände schicken können (Jungfraubahn).

Im Umformerwerk wird der 10000voltige Drehstrom zunächst in einem 300 KVA.-Transformator auf 3000 Volt herabtransformiert und mit dieser Spannung der 325 PS-Motor des Umformers gespeist.

Bezüglich des Motors ist bemerkenswert, daß derselbe als Induktionsmotor mit Kurzschluß- (Käfig) Anker gebaut ist. Hierbei war die Absicht, eine in der Handhabung möglichst einfache Anlage zu schaffen. Ein Synchronmotor hätte dieser Forderung viel weniger entsprechen können, da das unvermeidliche Synchronisieren bedeutend höhere Ansprüche an die Geschicklichkeit des Personals stellt, als das einfache Einschalten eines Ölschalters bei erreichter Drehzahl.

Die Inbetriebsetzung des Umformers erfolgt von der Gleichstromseite, indem der Generator von der Batterie mittels Anlaßwiderstandes auf die richtige Drehzahl gebracht wird.

Bezüglich des Umformers wäre nur noch zu bemerken, daß derselbe mit 960 Umdr. läuft und die Gleichstrommaschine entsprechend dieser verhältnismäßig hohen Drehzahl und hoher Spannung mit vier Wendepolen ausgestattet ist. Motor und Generator sind durch eine Lederbandkuppelung verbunden. Diese Kuppelungsart wurde an Stelle einer starren Verbindung, bei der eines der vier Lager wahrscheinlich gespart hätte werden können, insbesondere im Hinblick auf den Umstand gewählt, als zurzeit keine maschinelle Reserve vorhanden ist. Bei etwaigem Defekt des hauptsächlich gefährdeten Ankers der Gleichstrommaschine muß daher ein vorhandener Reserveanker mit möglichst geringem Zeitaufwand eingesetzt werden können.

Der Umformer hat bei Vollast 0,89% Nutzeffekt bei einem cos φ = 0,92 und einem Schlupf von 1,2%.

Die Batterie besteht aus 364 Elementen mit einer Kapazität von 296/352 Amp.St. bei 1 bzw. 2stündiger Entladung; dieselbe ist in Glasgefäßen eingebaut, die eine Erweiterung der Kapazität um 50% gestatten.

Das Aufladen der Batterie erfolgt unter Zuhilfenahme eines Zusatzmaschinensatzes. Er besteht aus einem Drehstrom-Kurzschlußmotor direkt und elastisch gekuppelt mit einer Gleichstromdynamo. Der Motor des Zusatzmaschinensatzes ist für 100 Volt gewickelt und wird von einem Transformator gespeist, der gleichzeitig die Beleuchtung des Umformerwerkes besorgt. Um den Motorgenerator ohne besondere Hilfsapparate anlassen zu können, besitzt der Transformator Mittelklemmen, von denen die halbe Spannung abgenommen werden kann. Beim Anlassen werden dem Motor 50 Volt zugeführt, bei welcher Spannung kein übermäßiger Stromstoß entsteht, das Drehmoment jedoch ausreicht, um den leerlaufenden Maschinensatz auf die notwendige Drehzahl zu bringen. Ein dreipoliger Umschalter ist der einzige für den beschriebenen Zweck nötige Apparat.

Eine entsprechende Schaltanlage, deren Beschreibung sich erübrigt, ergänzt die Einrichtungen des Umformerwerkes. (Schaltungsschema siehe Fig. 641.)

Die Leitungsanlage bietet in ihrer Ausführung nichts bemerkenswertes. Aus Gründen der Bauökonomie mußte auf größtmögliche Einfachheit und Billigkeit gesehen werden.

Das Schema der Stromversorgung ist im Längenprofil (Fig. 639) dargestellt. Der Doppeldraht von 2×50 bzw. 2×65 qmm wurde wegen den in der Zahnradstrecke auftretenden bedeutenden Strömen vorgesehen.

Zur Rückleitung des Stromes dienen die Schienen; deren Stöße mit Kupferverbinder von 107 qmm Querschnitt überbrückt sind. Die Verbinder sind in den Schienenfuß und zwar mittels Presse eingebracht; die Verbinder liegen demnach vollständig geschützt unter den Schienen.

Der Fahrpark besteht aus drei Zahnradlokomotiven, vier Motorwagen, zwei Personen- und vier Güteranhängewagen.

Die Lokomotiven Fig. 642 sind für die Dauerleistung von 300 PS bei etwa 1,8 m/Sek. Geschwindigkeit gebaut, d. h. bei voller Ausnutzung dieser Leistung wird

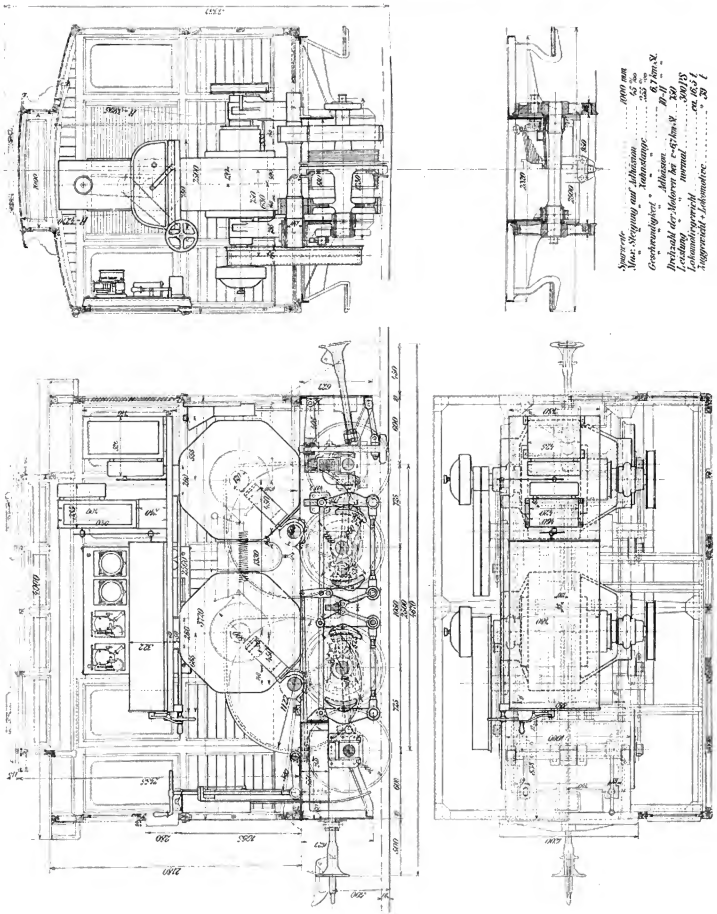


Fig. 642. Konstruktion der Zahnradlokomotive, angetrieben durch zwei Nebenschlußmotoren von je 150 PS Dauerleistung. (Maßstab 1 : 30.)

eine Zugkraft von 12500 kg entwickelt. Diese beträchtliche Kraftentfaltung bedingt sowohl mit Rücksicht auf die Tragfähigkeit des Zahnstangenoberbaues als auch auf die Stabilität der Maschine die Verteilung der Kraft auf zwei Triebzahnräder. Tatsächlich sind zwei Triebachsen vorhanden, die von je einem 150 PS-Nebenschlußmotor mittels doppelter Übersetzung $\frac{187}{30} \times \frac{52}{22} = 14{,}73$ angetrieben werden. Jede Zahnradachse treibt mittels Kurbel und Schubstange auch die ihr zunächst gelegene Adhäsionsachse an, für letztere ist also kein besonders zu betätigendes Getriebe vorhanden. Eine Zahnradlokomotive für die vorliegende beträchtliche Steigung erfordert besondere Sicherheitsvorkehrungen, die naturgemäß gewisse Komplikation in der Bauart und im Betrieb bedingen; die vorbeschriebene zweifache Betriebsart, die unter keinen Umständen betriebsgefährlich werden kann und auch keine Komplikation bedingt, ist daher jeder anderen vorzuziehen, wenn ihr auch ein unverkennbarer Nachteil anhaftet.

Die Lauf- und Zahntriebachsen arbeiten nur dann richtig, d. h. mit der gleichen Umfangsgeschwindigkeit, wenn der Durchmesser des Teilkreises am Triebzahnrad und derjenige des Laufrades identisch sind; dieser Zustand ist aber ein ideeller und kann nur eine kurze Zeit hindurch einigermassen vorhanden sein, weil die Radkränze im Betriebe einer natürlichen Abnutzung unterliegen. Bei den Rittnerbahnmaschinen wird die Abnutzung der Radreifen auf + 6 mm bezogen auf den Teilkreisdurchmesser von 700 mm begrenzt, d. h. im Neuzustande werden die Räder entsprechend der etwa 1%igen Voreilung schleifen, im abgenutzten Zustand um ebensoviel zurückbleiben bzw. ebenfalls schleifen. Der Kraftverlust aus dieser Ursache kann also nicht bedeutend werden, insbesondere auch deshalb nicht, weil die Fahrschienen der Zahnstangenstrecke betriebsmäßig geschmiert werden können, anderseits aber ohnedies gelegentlich der Schmierung der Zahnstange schon zufällig meist

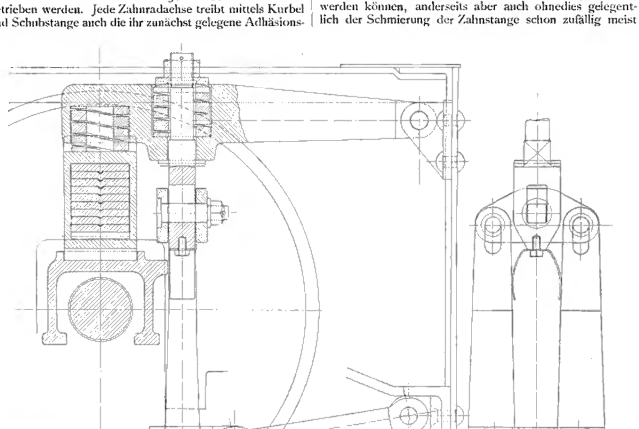


Fig. 643. Sicherheitszange. (Maßstab 1 : 6.)

fettig werden. Tatsächlich weisen die Radkränze nach fast einjährigem Betrieb keine wesentliche Abnutzung auf. Die Kosten der Auswechslung der Radreifen würde auch dadurch in mäßigen Grenzen gehalten, da die Radreifen nur 35 mm radiale Tiefe haben.

Bei der Herstellung des Untergestelles wurde die bei den Schweizer Bergbahnen vielfach bewährte Bauart beibehalten.

Die Motoren sind samt dem ganzen Getriebe auf den mehrfach versteiften kastenartigen Rahmen starr befestigt. Der Rahmen ruht auf drei Punkten: talseits auf der mit geringer Federung in Gabeln geführten Achse bzw. den zwei Rädern, bergseitig auf einer querbeweglichen Wiege, in welcher die obere Achse gelagert ist.

In unmittelbarer Nähe der oberen Achse ist die von dem Strubschen Zahnradbahnen her bekannte Sicherheitszange angeordnet, die insofern ein neues Detail aufweist,

als sie nicht mehr, wie es bei früheren Ausführungen üblich war, starr, sondern unter Zwischenschaltung einer Feder am Untergestell befestigt ist.

In der Formgebung der Backen, den Proportionen der Hebelarme — ohne die freie Beweglichkeit zu hindern — weist dieser wichtige Bestandteil (Fig. 643) auch unverkennbare Fortschritte auf. Die Zange ist gelegentlich forcierter Proben und Betriebsstörungen während des Baues tatsächlich mit Erfolg in Funktion getreten.

Noch auf ein weiteres wichtiges Detail des Untergestelles wäre aufmerksam zu machen. Die im Betriebe von Steilbahnen bei Betriebsunfällen auftretenden ungeheuren Kräfte lassen es möglich erscheinen, daß die Zange versagt; derartige Fälle weist die Erfahrung der Betriebe tatsächlich auf, ohne daß es trotzdem zu katastrophalen Folgen gekommen wäre. Daß in einem solchen Fall der Zug trotz vollständiger Entgleisung aller Räder zum Stehen kam, lag ausschließlich daran, daß die untere Kante der Kastenstirnwand mit den hervorstehenden Zähnen der Zahnstange in Eingriff kam. Diesem im Moment der äußersten Gefahr wichtigen Umstand wurde beim Bau des Untergestelles Rechnung getragen. Das Stirnblech wurde mittels Winkeleisen verstärkt und bis auf 60 mm über Zahnstangenkante herunter geführt. Außerdem sind zur Verminderung der Entgleisungsgefahr die Triebzahnräder mit seitlichen Führungsflansehen versehen worden.

Das Getriebe der Motoren weist ein auf die Einführung elektrischer Betriebskraft zurückzuführendes Detail — die Rutschkuppelung[1]) auf. Der Einbau einer nachgiebigen Verbindung in das Motorgetriebe ist eine Folge der Kurzschlüsse und der in Zusammenhang mit diesen auftretenden heftigen Bremsungen, die bei Zahnradlokomotiven mit Nebenschlußmotoren unvermeidlich sind, wenn für einen zuverlässigen Ausgleich der Belastung zwischen beiden Motoren nicht gesorgt ist. Jede übertriebene Bremsung birgt insbesondere bei elektrischen Zahnradlokomotiven zufolge der großen kinetischen Energie der drehenden Bestandteile in Zusammenhang mit der hohen Schwerpunktlage derselben und der nachschiebenden Last des Zuges, die Gefahr des Kippens; das Abrutschen des Zahnrades ist hierbei ein Zwischenzustand in sich. Man tut daher gut, die Starrheit des Getriebes durch Zwischenschaltung einer nachgebenden Verbindung, einer Reibungskuppelung, zu mildern. Diese wird auf die Übertragung der zulässigen größten Kraft eingestellt; übersteigt die Motorzugkraft aus irgendwelchen Gründen diesen Wert, kann die Kraft nicht mehr übertragen werden und es tritt ein Rutschen ein.

Bei den Rittnerbahnlokomotiven ist der Belastungsausgleich zwischen den Motoren ein vollkommener und hat die vom Verfasser für die Opcinabahn angegebene Ausgleichschaltung neuerdings eine erfolgreiche Anwendung gefunden, nichtsdestoweniger sah man sich veranlaßt, die seither in vorzüglicher Durchkonstruktion gebauten Rutschkuppelungen beizubehalten.

Hierbei war die Überlegung maßgebend, daß heftige Kurzschlußbremsungen — wenn sie auch nicht vorkommen und unwahrscheinlich sind — theoretisch möglich sind und bei Kurzschlüssen durch Blitzschläge tatsächlich auftreten können, anderseits wird durch Zwischenschaltung der Rutschkuppelung der Gang der Maschine sehr ruhig.

[1]) Ein Bild dieses interessanten Konstruktionsteiles zu bringen, ist leider nicht möglich, weil die Schweizerische Lokomotivfabrik die Publikation der Zeichnung nicht genehmigt hat.

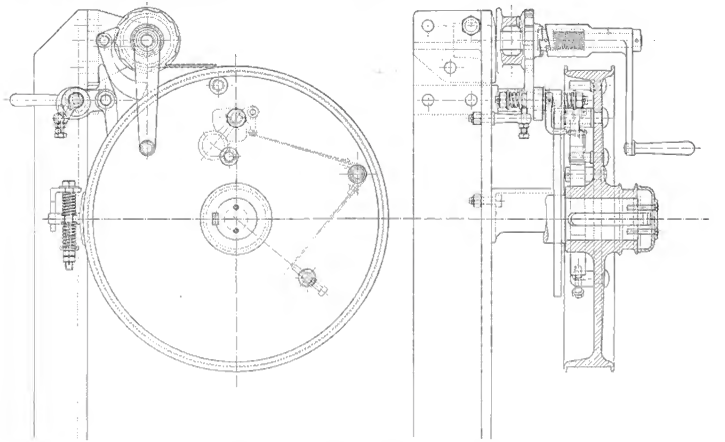


Fig. 644. Regulator und Auslösung zur automatischen Bremse. Maßstab 1 : 6.

Die rotierenden Massen der Motoren bilden zufolge ihrer zwanglaufenden Verbindung durch das Getriebe mit der Zahnstange ein außerordentlich starres System: jede geringste Ungleichheit im Zahneingriff bedingt eine momentane Geschwindigkeitsänderung der großen Massen. Heftige Erschütterungen, insbesondere bei den Stößen der Zahnstange sind die Folge, des weiteren die Übertragung der Stöße auf die Ankerwicklungen und die Bürsten.

Zum Ausgleich dieser schädlichen, dem elektrischen viel mehr als dem Dampfbetrieb eigentümlichen Erscheinungen sind die Kutschkuppelungen eine ganz vorzügliche Einrichtung, die demnach bei elektrischen Zahnradlokomotiven auf jeden Fall angewendet werden sollten.

Natürlich bedarf deren Instandhaltung eine gewisse Sorgfalt; vor allem darf die Einstellung nicht zu knapp sein, sonst büßt man den Vorteil, eine automatische Bremse zu besitzen — diese wirkt nunmehr auch nur über die Kuppelung auf die Triebzahnräder — ein.

Die Lokomotiven sind mit zwei Handspindelbremsen ausgerüstet; diese sind voneinander vollständig unabhängig, haben Ausgleichsgestänge und wirken mittels je vier Bremsklötzen auf die gerillten Bremsscheiben der beiden Zahnradachsen. Diese Bremsen wirken zufolge der Kuppelung der Zahnradachsen mit den Laufachsen auch auf die letzteren, es sind somit für den Reibungsbetrieb keine besonderen Bremsen nötig.

Die bereits erwähnte automatische Bremse (Fig. 644) wirkt auf beide Ankerachsen; diese Bremse wird durch einen Fliehkraftregler bei Überschreitung der zulässigen Geschwindigkeit ausgelöst. Die Betätigung erfolgt mittels Federkraft. Im Bedarfsfall kann die Auslösung auch vom Lokomotivpersonal von Hand erfolgen. Schließlich steht dem Lokomotivführer noch die elektrische Kurzschlußbremse zur Verfügung, die jedoch wegen ihrer nicht vollwertigen Zuverlässigkeit nur auf den Reibungsstrecken als Schnellbremse benutzt wird. Mit der Wirksamkeit dieser Bremse kann nämlich nur dann gerechnet werden, wenn die Linie Strom führt und die Felder zuverlässig erregt sind.

(Schluß folgt.)

Über Wechselstrombahnmotoren der Maschinenfabrik Oerlikon und ihre Wirkungen auf Telephonleitungen.[1])

Von Dr. Hans Behn-Eschenburg.

d) Theorie der Influenz einer Schleife.

Wenn man sich unterrichten will über die maßgebenden Größen, welche die Telephonstörungen durch Influenz verursachen, so wird man zunächst die elektrischen Beziehungen einer Leitungsanlage etwa nach folgendem Schema zu untersuchen haben (Fig. 645).

Wir nehmen eine einzige Telephonschleife an, jeder Leiter I und II dieser Schleife ist durch einen induktionslosen Widerstand R_1 bzw. R_2 den sog. Isolationswiderstand oder den Widerstand der Entladespule mit der Erde verbunden, zwischen den beiden Leitern befindet sich das Telephon und Mikrophon, die der Einfachheit der Rechnung halber als rein induktive Widerstände eingesetzt werden sollen. Für die in Betracht fallenden hohen Schwingungszahlen wird tatsächlich der induktive Widerstand den Ohmschen Widerstand überwiegen. Die beiden Leiter haben zwischeneinander die gegenseitige Kapazität c_{12} und gegen Erde die Kapazitäten c_1^0 resp. c_2^0. Der induzierende Fahrleitungsdraht F hat das Potential l' mit der Schwingungszahl n und die Kapazität zwischen Fahrleitung und Draht I sei c_1, zwischen Fahrleitung und Draht II c_2, daraus ergeben sich in den

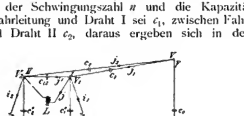


Fig. 645.

Telephonleitern die Potentiale l'_1 und l'_2 und der die Störungen bewirkende Strom j ist offenbar bestimmt durch die Potentialdifferenz $l'_1 - l'_2$. Es handelt sich also darum, für diese Potentialdifferenz aus den gegebenen Größen einen möglichst deutlichen Ausdruck zu finden.

Als Grundgleichungen ergeben sich ohne weiteres folgende Beziehungen, wenn wir schreiben: $2\pi n = \omega$.

$$j_1 = c_1 \frac{\partial}{\partial t}(l' - l'_1);\ j_2 = c_2 \frac{\partial}{\partial t}(l' - l'_2)$$

$$j = -\frac{1}{\omega^2 L}\frac{\partial}{\partial t}(l'_1 - l'_2);\ j' = c_{12}\frac{\partial}{\partial t}(l'_1 - l'_2);$$

$$i_1 = \frac{l'_1}{R_1};\ i_2 = \frac{l'_2}{R_2}.$$

Nach einigen Untersuchungen erhält man:

$$\frac{\partial l'_1}{\partial t} = \frac{B_1 l' + C_1 \frac{\partial l'}{\partial t}}{A}; \quad \frac{\partial l'_2}{\partial t} = \frac{B_2 l' + C_2 \frac{\partial l'}{\partial t}}{A} \quad \ldots \quad 1)$$

Wir schreiben zur Abkürzung:

$$a = c_{12} - \frac{1}{\omega^2 L}$$

$$k_1 = c_1^0 + c_1 + a;\ k_2 = c_2^0 + c_2 + a$$

und erhalten:

$$B_1 = -\omega^4\left[R_1 a (c_1 a + c_2 k_1) + R_2 k_2 (c_1 k_2 + c_2 a) + \frac{c_1}{\omega^2 R_2}\right] \quad \ldots \quad 2)$$

$$B_2 = -\omega^4\left[R_2 a (c_2 a + c_1 k_2) + R_1 k_1 (c_2 k_1 + c_1 a) + \frac{c_2}{\omega^2 R_1}\right] \quad \ldots \quad 3)$$

$$C_1 = \omega^4\left[R_1 R_2 (k_1 k_2 - a^2)(c_1 k_2 + c_2 a) + \frac{k_1 c_1 R_1}{\omega^2 R_2} - \frac{a c_2}{\omega^2}\right] \quad \ldots \quad 4)$$

$$C_2 = \omega^4\left[R_1 R_2 (k_1 k_2 - a^2)(c_2 k_1 + c_1 a) + \frac{k_2 c_2 R_2}{\omega^2 R_1} - \frac{a c_1}{\omega^2}\right] \quad \ldots \quad 5)$$

[1]) Nach einem Vortrag, geh. v. d. Physik. Gesellsch. Zürich, 23. Juni 1908.

$$A = \omega^4 \left[K_1 K_2 (k_1 k_2 - a^2)^2 + \frac{k_2^2 K_2^2 + k_1^2 K_1^2}{\omega^2 K_1 K_2} + \frac{2 a^2}{\omega^2} + \frac{1}{\omega^4 K_1 K_2} \right] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 6)$$

Es wird weiter:

$$\frac{A}{\omega^4} \frac{\partial (V_1 - V_2')}{\partial t} = I' \left[K_1 (c_1^0 + c_1)(a c_1 + k_1 c_2) - K_2 (c_2^0 + c_2)(a c_2 + k_2 c_1) + \frac{c_1}{\omega^2} \frac{K_1 - c_2 K_2}{K_1 K_2} \right] \quad . \quad 7)$$

$$+ \frac{\partial V}{\partial t} \left[K_1 K_2 (k_1 k_2 - a^2)(c_1^0 c_2 - c_2^0 c_1) + \frac{K_2^2 k_2 c_2 - K_1^2 k_1 c_1}{\omega^2 K_1 K_2} - \frac{a (c_1 - c_2)}{\omega^2} \right].$$

Diese Ausdrücke sind äußerst unzugänglich, und man muß sich mit groben Annäherungen behelfen, um die maßgebenden Beziehungen klarzulegen.

Es sind zunächst die Größenordnungen der einzelnen Glieder festzustellen unter Benutzung der oben zusammengestellten Werte der Widerstände und Kapazitäten. Die Telephonschleifen verlaufen auf 18 km parallel neben dem Fahrdraht, und es ist für diese Länge c_1 und c_2 höchstens von der Ordnung $0{,}01 \cdot 10^{-15}$, die totale Länge der in Betracht fallenden Schleifen variiert zwischen 30 und 200 km, außerdem sind die Schleifen mit dem erwähnten Kabel verbunden. Die Größenordnung der totalen Kapazitäten c_1^0 und c_2^0 liegt also höher als $0{,}3 \cdot 10^{-15}$. Von ungefähr halber Größenordnung ist die gegenseitige Kapazität c_{12} zweier Drähte einer Schleife. Wir unterscheiden nun folgende Fälle:

Die Schwingungszahl des Potentials V sei 1. gleich der Grundschwingungszahl 15, 2. gleich der mittleren Schwingungszahl der Oberschwingungen 800.

Die Ableitungswiderstände K_1 und K_2 sollen entsprechen: 1. mittleren Isolationsverhältnissen mit Werten von der Größenordnung 10^{15} (Megohm), 2. den Widerständen der Entladespulen von der Größenordnung $2 \cdot 10^{15}$.

Der Ausdruck $a = c_{12} - \frac{1}{\omega^2 L}$ in den obigen Gleichungen erhält die Größenordnung:

für die Grundschwingung: $5 \cdot 10^{13}$,
für die Oberschwingungen: $2 \cdot 10^{-16}$,

wobei der Selbstinduktionskoeffizient L nach einer frühern Angabe mit $0{,}2 \cdot 10^9$ eingesetzt wurde. Es sind Fälle denkbar, wo a Null wird, in diesen Fällen müßte offenbar der induktionslose Widerstand der Telephone berücksichtigt werden.

In den Formeln 1) bis 7) heben wir nun die Glieder heraus, die für die verschiedenen Werte von K und von ω entschieden größer sind als die übrigen Glieder. Die Glieder sind nach ihrer Reihenfolge in den Formeln numeriert. Es ergibt sich folgende Tabelle:

Fall	a)	b)	c)	d)
ω	100	5000	100	5000
K_1, K_2	10^{15}	10^{15}	$2 \cdot 10^{15}$	$2 \cdot 10^{15}$
C_1, C_2	Glied I	Glied I	Glied II u. III	II u. III
$K_1 K_2$	I u. II	I u. II	I u. II	III
A	I	I	II u. III	IV

Nach dieser Sichtung lassen sich schließlich die verschiedenen vereinfachten Formeln für die Amplituden von V_1, V_2 und $V_1 - V_2$ hinschreiben. Die mittleren Werte von c_1^0, c_2^0, c_1, c_2 und K_1, K_2 für die beiden Drähte bezeichnen wir mit c^0, c, K. Es ist dann angenähert für die Fälle a) und b) der obigen Tabelle

$$\frac{I_1'}{V} \text{ und } \frac{V_2'}{I'} \text{ gleich } \frac{c}{c_0}$$

und für die Fälle c) und d) gleich $K \cdot c \cdot \omega$.

Entwickeln wir in ähnlicher Weise die Formel für den Wert der Potentialdifferenz $\frac{V_1' - V_2'}{I'}$, so ist zu beachten, daß hier die Größenordnung der einzelnen Glieder sich wesentlich verschieben kann, je nach der prozentualen Abweichung der einzelnen Werte von c_1^0, c_2^0, c_1, c_2, K_1, K_2. Wenn einzelne Glieder als besonders bedeutend hervorgehoben werden, so geschieht dies unter der Voraussetzung ähnlich großer Abweichungen jener Größen:

Fall:	a)	b)	c)	d)
$\frac{V_1' - V_2'}{V}$	$\frac{c_1^0 c_2 - c_2^0 c_1}{a (c_1^0 + c_2^0)}$	$\frac{c_1'' c_2 - c_2^0 c_1}{c_1^0 c_2^0}$	$\frac{c_1 K_1 - c_2 K_2}{4 \omega a^2 K_1 K_2}$	$\omega (c_1 K_1 - c_2 K_2)$

Es kommen aber auch unter Umständen in Betracht Glieder von der Form:

a)	b)
$\frac{(c_1 - c_2) K_1 c_1^0 - K_2 (c_2^0)}{\omega \cdot a \cdot K_1 K_2 (c_1^{0^2} + c_2^{0^2})}$	$\frac{K_1 c_1^{0^2} c_2 - K_2 c_2^{0^2} c_1}{\omega K_1 K_2 c_1^{0^2} c_2^{0^2}}$

c)	d)
$\frac{K_2^2 c_2 - K_1^2 c_1 + (c_2 - c_1) K_1 K_2}{4 a K_1 K_2}$	$\frac{1}{10^8} \omega^3 [K_2^2 c_1^{0^2} c_2 - K_1^2 c_1^{0^2} c_1 + a K_1 K_2 (c_2 - c_1)]$

Wir wissen nun, daß das Verhältnis der gegenseitigen Kapazität zu der Erdkapazität ungefähr $^1/_{150}$ beträgt, es ist also das Potential der Telephonleiter im Falle a) und b) bei hohen Isolationswiderständen ungefähr $^1/_{30}$ des Fahrdrahtpotentials; beobachtet wurden tatsächlich Spannungen zwischen 600 und 100 Volt für die verschiedenen Schleifen. Damit die Stromstärke im Telephon unter den hörbaren Wert von 10^{-7} Amp. sinkt, muß bei einer Impedanz des Telephons $\omega L = 2 \cdot 10^{10}$ im Falle a) für $\omega = 100$ die Potentialdifferenz $V_1' - V_2' < 2 \cdot 10^3$ werden, oder da V_1' und V_2' einzeln den Wert: $500 \cdot 10^3$ haben können, müßten die Kapazitäten und Widerstände der beiden Drähte in diesem Fall auf eine Genauigkeit von $\frac{1}{10^8}$ abgeglichen werden, damit keine hörbaren Ströme mehr durch das Telephon gehen. Für den Fall b) $\omega = 5000$, also für die Oberschwingungen erhält man $\omega L = 10^{12}$ und $V_1' - V_2' < 10^4$. Betragen die Amplituden der Oberschwingungen etwa $10\,\%$ der Grundschwingung, so müßten jetzt die Kapazitäten und Widerstände auf ein Millontel ausgeglichen werden, um Stromstärken kleiner als 10^{-7} zu erzeugen.

Man bedenke nun die praktische Schwierigkeit einer so genauen Ausgleichung, da ja die Form des Fahrdrahtleiters, insbesondere in den Stationen mit ihren zahlreichen Weichen und Nebengleisen, auf kurze Strecken sehr kompliziert verläuft. Selbst eine regelmäßige Kreuzung der Drähte kann doch schließlich Strecken von 50 m Länge unausgeglichen lassen. Es muß also unbedingt danach gestrebt werden, die störenden Oberschwingungen auf möglichst kleine Amplituden herabzumindern. Für die Fälle c) und d), wo die Telephonschleife mit Entladespulen ausgerüstet sein soll, wird bei den niedern Schwingungszahlen der Grundschwingung das induzierte Potential nur noch Werte annehmen von der Größenordnung $2 \cdot 10^{-4}$ mal Fahrdraht-Potential,

also etwa 3 Volt. Das Potential, das die Oberschwingungen erregen, wird etwa 100 mal kleiner als das induzierende Potential. Hierin liegt nun der enorme praktische Wert dieser Entladespulen, daß sie das Potential der Telephondrähte auf nunmehrige Werte herabsetzen. Ein anderer sehr wichtiger Nutzen entsteht dadurch, daß zufällige Störungen des Isolationszustandes der Leitungen, z. B. infolge Berührung mit Bäumen, Personen u. dgl. so lange keinen erheblichen Einfluß auf die Symmetrie der Widerstandsverteilungen ausüben können, als der störende Kontaktwiderstand beträchtlich größer ist als der Widerstand der Entladespulen selbst. Während z. B. bei gut isolierten und wohl ausgeglichenen Leitungen die einseitige Berührung eines Drahtes durch eine mit der Erde verbundene Person die heftigsten Störungen hervorbringt, so ist sie bei Anwendung von Entladespulen kaum wahrnehmbar.

Für die Potentialdifferenzen erhält man bei Anwendung von Entladespulen Werte, die bei der Grundschwingung aus Differenzen von Millionsteln der induzierenden Potentialwerte bestehen, bei den Oberschwingungen jedoch noch aus Differenzen von Hundertsteln. In bezug auf die Störungen durch die Oberschwingungen nützen also im Vergleich zu gewöhnlich isolierten Drähten die Entladespulen an und für sich nicht viel, was übrigens auch die Erfahrung bestätigt. Es müssen auch bei der Anwendung von Entladespulen die Kapazitäten und Widerstände bei Oberschwingungen von 10% Amplitude auf Hunderttausendstel genau ausgeglichen werden, so daß die einzeln induzierten Potentialschwingungen von ca. 15 Volt unschädlich bleiben.

Die Amplitude der Oberschwingungen der neuen Motoren wird etwa 1% der Grundschwingung betragen, die Leitungen sind dann auf Zehntausendstel auszugleichen. Es ist aus den Formeln ersichtlich, daß nicht nur die Ableitungswiderstände R_1, R_2, sondern namentlich die Kapazitäten c_1, c_2 und c_1^0, c_2^0 ausgeglichen werden müssen, und daß ein Teil der Differenzwirkungen der Kapazität durch Einstellung der Widerstände und umgekehrt weggebracht werden könnte. Da aber die Kapazitäten der Freileitungen noch mehr als die Isolationswiderstände von der Witterung und den veränderlichen Bedingungen der Erdoberfläche abhängen, müßten solche Apparate, welche die Beseitigung gewisser störender Wirkungen aufheben könnten, fortwährend reguliert werden. Dazu kommt noch die ungleiche und veränderliche Verteilung der Kapazitäten und Widerstände auf die Länge der Leitungen und die höchste verwickelte Beeinflussung der Telephonschleifen untereinander, und bei schärfern Annäherungen an die Erscheinungen wird ja auch der Stromverlauf auf der ganzen Länge sich nicht mehr als gleichmäßig stationär ergeben.

e) Andere Betriebserfahrungen auf der Bahn Seebach—Wettingen.

Durch die Anordnung zahlreicher Kreuzungen in den Telephonschleifen, durch Verwendung von Entladespulen und durch Verminderung der Oberschwingungen der Motoren erleiden die 28 Telephondrähte, welche auf 18 km Länge in einem Abstand von etwa 4 m neben der Fahrleitung mit 15000 Volt Spannung parallel verlaufen, keine störende Influenz mehr. Nachdem diese Schwierigkeiten überwunden sind, ist eine freie Bahn für die Entfaltung des Wechselstromsystems geschaffen, das wohl heute schon jeder Fachmann als das richtige System für den Betrieb auf Vollbahnen ansieht. — Die Betriebserfahrungen der Bahn Seebach—Wettingen, die seit etwa 3 Jahren in provisorischem und seit 1. Dezember 1907 in öffentlichem regulären Betrieb elektrisch befahren wird, rechtfertigen auch diese Annahme.

An der Fahrleitung mit 15000 Volt Spannung ist seit Beginn des Betriebes keine einzige Störung aufgetreten, die besonders durch die hohen Spannungen veranlaßt worden wäre. Der Isolationszustand ist bei allen Witterungen trotz der Rauchbildung der in den Endstationen verkehrenden Dampflokomotiven ein ausgezeichneter, der Energieverlust der 20 km langen Leitung beträgt in der Regel weniger als 700 W. Da unter sämtlichen Fahrdrähten keine Spannungsdifferenz besteht, so können auch keine Isolationsstörungen zwischen einzelnen Drähten vorkommen.

Die beiden Lokomotiven der M.F. Oerlikon haben zusammen etwa 70000 km zurückgelegt. Die Zugleistung ist auf 290 t Zuggewicht und 60 km Geschwindigkeit gesteigert worden. Dabei kommen längere Strecken mit 10‰ Steigung vor, auf denen eine Zugkraft von 4500 kg mit Geschwindigkeiten von 40 km zu entwickeln ist. Die erforderliche Motorleistung beträgt 660 PS pro Lokomotive. Der Wattstundenverbrauch für das Tonnenkilometer hält sich mit großer Regelmäßigkeit auf 27 bis 29 W.St., dem ein theoretischer Verbrauch von etwa 23 W.St. gegenübersteht. Der Leistungsfaktor bei normaler Zugleistung liegt über 90%, der mittlere Quotient aus Wattstunden und Volt-Amperestunden ergibt sich zu 0,7 bei einer mittleren Energie von 120 KW. Es ist nun zu konstatieren, daß während des ganzen Betriebes die Kommutatoren der Motoren niemals abgeschliffen oder abgedreht werden mußten, daß ihre Oberfläche ohne die Anwendung irgendeines Schmier- oder Reinigungsmittels sich blank poliert erhält und ebenso die Kohlen sich ganz nach den Verhältnissen der besten Gleichstromkollektoren eine reine blanke Kontaktfläche bewahren. Sowohl beim Anfahren als auch bei der höchsten Belastung arbeiten die Kommutatoren völlig funkenlos. Nach dem bisherigen Verhalten darf zuversichtlich erwartet werden, daß die Kollektoren einzeln 50000 km ohne besondere Bearbeitung abwickeln können.

Die Lagerung der Motoren, die Zahngetriebe und die eigentümliche Kupplung der Motoren mit den Triebrädern zeigen nicht die geringste auffällige Abnutzung und haben niemals eine Störung verursacht. Wohl aber haben im Betriebe die Vorteile dieser Motorlagerung, nämlich die übersichtliche, leicht zugängliche, offene Bauart der Motoren volle Anerkennung gefunden. Die Motoren und Transformatoren bedürfen keiner künstlichen Kühlung. Es sind zurzeit zwei Steuerungssysteme in Gebrauch, die sich beide gleich gut bewährt haben, die Steuerung mit einer großen Fahrschaltertrommel und die Steuerung mit Wechselstrom betätigten Einzelschaltern. Dabei ist zu bedenken, daß die Motoren im Jahre 1904 gebaut worden sind und daß sie heute noch in Europa die größten im industriellen Betrieb arbeitenden Kommutator-Bahnmotoren sind. Sie waren ursprünglich für 200 PS Stundenleistung gebaut, entwickeln aber heute ohne Schwierigkeit betriebsmäßige Leistungen bis 330 PS.

Über die Einrichtungen im Kraftwerke der Bahn Seebach—Wettingen ist in Heft 11, 1908 ausführlich berichtet worden, so daß darauf verwiesen werden kann.

f) Prinzipien der Konstruktion der Wechselstrommotoren.

Es wird behauptet, die Wechselstrommotoren seien schwerer als Gleichstrom- oder Drehstrommotoren, ihre Leistungsfähigkeit soll enger begrenzt sein, die tatsächlich in Betrieb gesetzten Motoren dieses Systems sollen viel kleinere Leistungen besitzen als Motoren der anderen Systeme, die Kommutation der Wechselstrommotoren soll prinzipiell schlecht sein, der Luftspalt bedenklich klein,

das Drehmoment oszillierend, der Wirkungsgrad mehrerer Prozente kleiner, die Anzugskraft und Überlastungsfähigkeit geringer, die Steuerungsapparate sollen große Schwierigkeiten bieten, die Leitungsanlage und die Fahrzeuge sollen durch Überspannungen gefährdet sein. Hier wird es sich zunächst darum handeln, das Motorsystem selbst genauer zu untersuchen im Vergleich zu anderen Systemen.

Die Motoren der Maschinenfabrik Oerlikon sind gleich gebaut wie Gleichstrom-Reihenschlußmotoren mit Hilfspolen und Kompensationswicklung, sie können auch tatsächlich ohne weiteres mit Gleichstrom betrieben werden und arbeiten z. B., wenn sie für elektrische Bremsung geschaltet werden, als Gleichstrom-Reihenschlußgeneratoren.

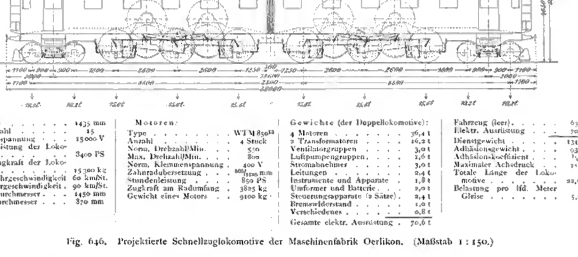
Es soll nun vorausgesetzt werden, daß es nach bekannten Regeln gelingt, die Kommutation dieser Motoren für Gleichstrombetrieb bei allen Stromstärken so vorzüglich zu gestalten wie bei irgendeinem reinen Gleichstrommotor. Dazu genügt im Prinzip die Anwendung des klassischen Patentes von Menges über Kompensationseinrichtungen an Gleichstrommaschinen aus dem Jahre 1884 Bei Betrieb mit Wechselstrom kommt nun eine neue funkenbildende elektromotorische Kraft in den unter den Bürsten befindlichen Spulen zu den von Gleichstrommaschinen her bekannten Spannungen hinzu, und es ist Aufgabe des Konstrukteurs, diese elektromotorische Kraft ungefährlich zu machen, indem ihre Wirkung beschränkt oder der Betrag dieser elektromotorischen Kraft selbst vermindert wird. Die Mittel zur Beschränkung der Wirkung sind die gleichen, die bei Gleichstrommaschinen schon lange bekannt sind, der Widerstand des kurzgeschlossenen Stromkreises wird künstlich vermehrt durch Einfügung sog. Widerstandsverbindungen zwischen Wicklung und Kommutator, es werden Kohlenbürsten verwendet mit hohem Übergangswiderstand, der Betrag der elektromotorischen Kraft selbst wird beschränkt durch die Beschränkung des magnetischen Feldes, durch Verminderung der Zahl der von einer Bürste kurzgeschlossenen Windungen und schließlich durch besondere Hilfspole oder Hilfsfelder, welche diese elektromotorische Kraft für den größten Teil des Betriebes kompensieren können.

Es soll zunächst dieses letzte Hilfsmittel besprochen werden. Es ist das Verdienst der Maschinenfabrik Oerlikon, in einem grundlegenden Patent vom März 1904, diese letzte Methode in die Technik der Reihenschlußmotoren eingeführt zu haben. Die Methode ist seither in zahllosen weiteren Patentschriften und in zahlreichen Ausführungsformen von verschiedenen Firmen verbreitet worden, der neueste Bahnmotor der G. E. C. stellt ebenfalls eine der vielen Entwicklungsformen der gleichen Methode dar. Das Prinzip besteht darin, Hilfsfelder zu erzeugen, die senkrecht zu der magnetischen Achse des Hauptfeldes verlaufen und zeitlich eine Phasenverschiebung gegenüber dem Hauptfeld besitzen. Die Theorie darf als bekannt vorausgesetzt werden. Die Hilfsfelder können ähnlich wie bei den bekannten Hilfspol- und Kompensationswicklungen von Gleichstrommaschinen mehr oder weniger auf dem Umfang ausgebreitet werden, die Wicklungen zur Erregung dieser Hilfsfelder können mannigfach mit den Kompensations- und Hauptwicklungen, die der Motor als Gleichstrom- oder als gewöhnlich kompensierter Reihenschlußmotor besitzt, kombiniert werden. Es gelingt theoretisch immer, durch passende Dimensionierung und Phasenverschiebung dieser Felder die elektromotorische Kraft, welche das oszillierende Kraftfeld in den unter den Bürsten kurzgeschlossenen Spulen erzeugt, vollständig zu kompensieren, so bald und so lange diese in dem Hilfsfeld rotieren. Damit ist also für den in Rotation befindlichen Motor ein einfaches und sicheres Mittel gegeben, um diejenige Lamellenspannung, die beim Wechselstrommotor im Vergleich zu dem Gleichstrommotor hinzugekommen ist, wieder zu beseitigen und ganz ideale Kommutationsbedingungen zu schaffen. Leider gelingt es aber auch mit diesen Hilfsfeldern keineswegs, diese elektromotorische Kraft bei Stillstand und beim Anfahren mit sehr kleinen Geschwindigkeiten zu beeinflussen. Für den Stillstand muß also zu den übrigen oben erwähnten Hilfsmitteln geschritten werden, und es soll gezeigt werden, wie bei der Konstruktion der Maschinenfabrik Oerlikon dies Kommutationsproblem in seiner Gesamtheit gelöst worden ist.

Die Praxis hat gelehrt, daß es vollkommen betriebssichere Kohlenbürsten gibt, welche keine lästige Funkenbildung herbeiführen und kein zerstörendes Abbrennen erleiden, wenn die effektive Spannung zwischen ihren äußersten Kanten nicht über 7 Volt steigt und die dauernde effektive Stromstärke auf einen Quadratzentimeter Kontaktfläche nicht viel mehr als 15 Amp. beträgt. Aus mechanischen Gründen sollen diese Kohlen eine Dicke von mindestens 8 mm erhalten. Die Lamellenteilung von Kommutatoren kann ohne Schwierigkeiten mit 4,0 mm Breite ausgeführt werden. Um also Kommutatoren und Kohlen, welche erfahrungsmäßig betriebssicher gebaut sind, anzuwenden, ohne die obengenannte Funkengrenze zu überschreiten, darf die Spannung zwischen drei 4 mm breiten Lamellen, die in gewissen Lagen von einer 8 mm breiten Kohle gleichzeitig berührt werden können, nicht über 7 Volt steigen. Das ist die Grundbedingung für die Konstruktion guter Reihenschlußmotoren, die auch von anderer Seite wiederholt bestätigt worden ist. Da nun bei den gewöhnlichen Parallelwicklungen zwischen zwei Lamellen mindestens eine Windung liegt, so ist durch die obige Bedingung die Stärke des zulässigen magnetischen Feldes, das durch seine Oszillation in dieser Windung die Lamellenspannung erzeugt, bestimmt. Das magnetische Feld eines Poles soll bei 15 Perioden nicht größer werden als $3{,}6 \cdot 10^6$, bei 25 Perioden $2{,}4 \cdot 10^6$. Es ist nun die Frage, ob es möglich ist, mit solchen magnetischen Feldern Motoren für sehr große Leistungen zu bauen, da die Zugkraft eines Motors proportional mit dem magnetischen Feld wächst. Andere Konstrukteure, z. B. Westinghouse-Gesellschaft, haben bedeutend stärkere Magnetfelder angewendet und sind dann gezwungen, durch künstliche Widerstandsverbindungen zwischen Wicklung und Kommutator die Wirkung der größeren Lamellenspannung aufzuheben. Es ist nun aber zu bedenken, daß durch diese Widerstandsverbindungen der zweite Faktor, der die Zugkraft des Motors bestimmt, nämlich die Zahl der Ampereleiter des Rotors aus konstruktiven Gründen reduziert wird, denn die Widerstandsverbindungen beanspruchen Wickelraum, und zwar etwa 50% des für die aktiven Leiter verfügbaren Raumes. Ohne Widerstandsverbindungen kann daher die Zahl der Ampereleiter ungefähr um 50% höher gewählt werden, damit wird gleichfalls eine 50% höhere Zugkraft erreicht. Die Widerstandsverbindungen bieten aber außerdem durch die in ihnen bei besonders ungünstigen Betriebszuständen entwickelte große Wärme bedeutende Schwierigkeiten. Bei der Konstruktion der Maschinenfabrik Oerlikon wurde daher von der Anwendung derartiger Verbindungen vorläufig ganz abgesehen, und es hat sich gezeigt, daß auch ohne solche Hilfsmittel Motoren bis 1000 PS Leistung auf vollkommen erprobter Grundlage gebaut werden können. Das magnetische Feld von $3{,}6 \cdot 10^6$ wird beibehalten und die Stromabnahme erfolgt daher auch beim Anfahren in jedem Fall unter günstigen Bedingungen. Dazu tritt die kompensierende Wirkung der Hilfsfelder bei allen höheren Geschwindigkeiten, so daß tatsächlich

die Kommutation keine Nachteile gegenüber der besten Gleichstrommaschine aufweist. Es ist dabei nicht zu übersehen, daß der Vergleich sich stets auf Gleichstrommaschinen mit hoher Spannung 600—1500 Volt zu beziehen hat. Bei solchen Gleichstrommotoren gelangt aber jede praktische Konstruktion zu mittleren Lamellenspannungen von 15—25 Volt, während die entsprechende Lamellenspannung bei Wechselstrommotoren kleiner als 10 Volt bleibt. Ferner ist bei Wechselstrommotoren die Gefahr des Überschlagens der Funken zwischen Bürstenstiften und Gestell oder zwischen den Stiften unter sich einerseits infolge des gleichmäßig wechselnden Magnetfeldes, anderseits infolge der kleineren Potentialwerte der Bürsten in der kleineren mittleren Lamellenspannung bedeutend geringer.

Bevor für ein gegebenes Fahrzeug die Konstruktion des einzelnen Wechselstrommotors weitergehen kann, muß die Drehzahl des Motors in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Fahrzeuges festgelegt werden, und hier tritt zunächst die Frage auf, ob die Motoren direkt oder durch Zahngetriebe mit den Fahrzeugachsen gekuppelt werden. Da sich nun, wie oben erwähnt, die mechanische Anordnung der Motoren in den beiden Lokomotiven der Maschinenfabrik Oerlikon auf der Bahn Seebach—Wettingen als vorzüglich bewährt hat, so wurde diese Konstruktion auch im Prinzip für bedeutend größere Motorleistungen beibehalten. Es wurden also z. B. für Motoren bis 1000 PS Stundenleistung ebenfalls Zahngetriebe, und zwar mit Winkelrädern aus Stahl vorgesehen, deren Beanspruchung in bezug auf Druck und Geschwindigkeit die im Betriebe erprobten Getriebe der beiden Lokomotiven nur unwesentlich überschreiten, so daß sie auf vollständig erprobter Grundlage aufgebaut sind. Ebenso sind die Lager der Motoren in bezug auf Druck und Geschwindigkeit ganz in den Grenzen bewährter Konstruktionen dimensioniert. Die Motoren sitzen senkrecht über den Zahnrädern, die mittels Kurbeln durch gleitende prismatische Büchsen auf die Kuppelstange der Fahrzeugtriebräder arbeiten, in der von der Schweizerischen Lokomotivfabrik schon im Jahre 1883 vorgeschlagenen Anordnung (vgl. El. Bahnen 1905, Heft 14). Der Hauptvorteil gegenüber den üblichen Zahngetrieben von elektrischen Fahrzeugen, bei denen die Zahnräder direkt auf den Triebachsen sitzen, besteht darin, daß jetzt die Motoren direkt vollkommen fest in den abgefederten Drehgestellen lagern können, unabhängig von dem Spiel der Achsen, und daß die Motoren über den Boden der Fahrzeuge herausgehoben werden, so daß sie ohne weiteres der Bedienung offen und zugänglich vorliegen. Dazu kommt die von Lokomotivbauern in neuerer Zeit bevorzugte, auf die Fahrsicherheit günstig wirkende Verlegung des Schwerpunktes in eine beträchtliche Höhe über die Triebachsen. Wenn nun durch diese Überlegungen und das Festhalten bewährter Beanspruchungen


1100
1100
1100

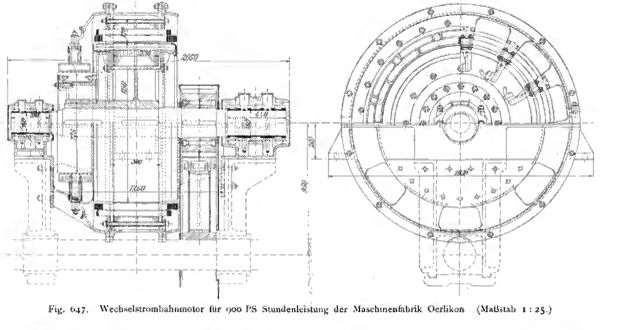


Fig. 647. Wechselstrombahnmotor für 900 PS Stundenleistung der Maschinenfabrik Oerlikon. (Maßstab 1 : 25.)

bei einem Drittel der normalen Klemmenspannung und 30% der normalen Leistungsaufnahme.

Als günstigste Drehzahl des Motors wurden für die normale Fahrgeschwindigkeit 330, für die maximale 800 Umdr./Min. gewählt mit einem Übersetzungsverhältnis von 2,6 : 1. Erfahrungsgemäß darf für die maximale Kollektorumfangsgeschwindigkeit etwa der Wert 33 m/Sek. angenommen werden. Mit einer Lamellenbreite von 4,3 mm ergeben sich 572 Lamellen. Für die Wahl der Polzahl wird unter anderem auch maßgebend sein der Umfang des Kollektors, der zwischen zwei Bürstenstiften frei bleiben soll. Bei einer Wahl von 12 Polen erhält man mit dem maximal zulässigen Magnetfeld eine elektromotorische Kraft von 375 Volt. Daraus entwickelt sich die Stromstärke von etwa 2000 Amp. und eine Rotorwicklung von total 190000 Amp. Leitern, die auf einem Umfang von etwa 360 cm ohne Schwierigkeit untergebracht werden können. Für einen Luftspalt von 2,5 mm erfordert die Magneterregung etwa 3000 effektive Amp.-Windungen, und damit ist unter Berücksichtigung einer Streuung von 15% der induktive Spannungsverlust in den Magnetspulen zu 70 Volt gegeben. Die Sättigung wird so gewählt, daß bei doppelter Magnetisierungsstromstärke das magnetische Feld nur noch um etwa 30% wachsen kann. Das Hilfsfeld ist so zu dimensionieren, daß es bei normaler Geschwindigkeit in einer Ankerspule unter den Bürsten eine Kompensationsspannung von etwa 5 Volt erzeugt. Damit wird im Lauf die Lamellenspannung fast ganz vernichtet. Die Breite des Hilfspolfeldes soll mindestens drei Windungen überdecken. Es erfolgt hieraus ein Spannungsverlust für die Erregerwicklung des Hilfsfeldes von etwa 4 Volt. Die Kompensationswicklung soll möglichst vollständig das von der Rotorwicklung erzeugte Magnetfeld kompensieren, es bleibt übrig ein Spannungsverlust für die Streufelder zwischen Anker- und Kompensationswicklung von etwa 5% der Rotorspannung. Der totale induktive Spannungsverlust bei normaler Stromstärke ergibt sich so zu etwa 100 Volt, also 25% der totalen Spannung, woraus wiederum der Leistungsfaktor, die Kurzschlußspannung und Überlastungsfähigkeit in einfacher Weise abzuleiten sind. Die Kunst des Konstrukteurs beschränkt sich auf die Dimensionierung der Nuten und Leiter. Es sind vorzugsweise halbgeschlossene Nuten zu verwenden, um den magnetischen Luftwiderstand klein zu halten und bei allfälligem Auslaufen der Lager und Streifen des Rotors in der Statorbohrung mechanische Störungen zu vermeiden. Ich habe nie die Beobachtung machen können, daß die Kommutation unter dem Schließen der Nuten leidet, die ausgeführten Lokomotivmotoren kommutieren tatsächlich mit ganz geschlossenen Nuten genau so vortrefflich wie mit offenen Nuten. Es scheint mir vor allen Dingen darauf anzukommen, daß in der Bürstenzone ein wirklich neutrales Feld entsteht. Die Lager des Motors sind so reichlich bemessen, wie bei den bewährten kleineren Motoren, die Lagerschalen enthalten eine dünne Schicht Kompositionsmetall, nach Auslaufen dieser Schicht soll der Rotor noch nicht am Stator streifen können. Die Bürstenbrücke mit allen Stiften kann um den Kommutator herumgedreht werden, so daß jeder Stift oben bequem zugänglich wird. Es können auch einzelne Stifte ganz weggelassen werden.

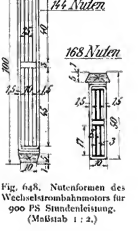


Fig. 648. Nutenformen des Wechselstrombahnmotors für 900 PS Stundenleistung. (Maßstab 1 : 2.)

Der Motor bleibt offen und erzeugt die nötige Ventilation selbst. Eine Schnittzeichnung des Motors ist in Fig. 647 gegeben. (Vgl. auch Fig. 648.)

Es ist mit großer Zuversicht zu erwarten, daß dieser Motor für 900 PS genau ebenso gut arbeiten wird, wie die bewährten 250 PS-Motoren der ersten Lokomotiven, und es ist nicht einzusehen, welche Bedenken oder Schwierigkeiten der Bau und Betrieb solcher und noch größerer Motoren bieten könnte. Nach unserer Meinung darf jedenfalls dem Motorsystem nicht der Vorwurf gemacht werden, daß es sich für die größten in Frage kommenden Lokomotivleistungen weniger eigne als irgendein anderes System.

Sollen durchaus Motoren ohne Zahngetriebe verwendet werden in ähnlicher Lagerung, Kupplung und Dimensionierung, wie z. B. bei den Drehstromlokomotiven der

Simplonbahn, so würde sich für 60 km Geschwindigkeit bei Triebrädern von 1650 mm eine Drehzahl von etwa 200 Umdr. ergeben. Ein Motor von 1000 PS Leistung ist in dem gegebenen Raum ohne Zwang unterzubringen mit einem Gewicht von 13,5 t. Der Motor wird 16polig konstruiert mit Widerstandsverbindungen zwischen Wicklung und Kollektor, mit einem magnetischen Feld von $5 \cdot 10^6$ für jeden Pol. Der äußere Gehäusedurchmesser beträgt 1850 mm. Der Wirkungsgrad des Motors bei normaler Leistung wird 90%, der Leistungsfaktor bei normaler Geschwindigkeit 0,92.

(Fortsetzung folgt.)

Kleine Nachrichten.

Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

Anschließend an den kürzlich erschienenen kleinen Aufsatz **„Das Kraftwerk der Abwässeranlage in Chicago"** in Heft 22, S. 452, läßt uns unser Mitarbeiter Herr E. Eichel einige recht interessante Bemerkungen zugehen, die wir nachstehend bekanntgeben möchten:

Es stellte sich während der Verhandlungen der kompetenten Behörden heraus, daß Ende Mai 1908 der maximale elektrische Strombedarf Chicagos sich wie folgt verhielt:

Stromerzeuger, bzw. Verbraucher	elektrische PS
Commonwealth Edison Co.	211720
Hoch- und Straßenbahnen, aber ausschließlich des seitens der Commonwealth Edison Co. an Bahnen gelieferten Stromes . .	93532
Kleine elektrische Licht- und Kraftgesellschaften	13041
Kleine Einzelanlagen	79275
Städtische Straßenbeleuchtung und Einzelanlagen	7000
Sanitätsdistrikt	15000
Gesamt .	419568

Nach Schlichtung der Uneinigkeiten zwischen der staatlichen Distriktskommission und den städtischen Behörden von Chicago ist es nun möglich geworden, daß innerhalb der Stadt Chicago außer für städtische Betriebe auch an Private Strom abgegeben werden darf. Das Kraftwerk enthält jetzt drei Maschineneinheiten, die zusammen normal 16500 PS leisten und eine Überlastung auf 20600 PS aushalten. In etwa sechs Monaten werden zwei weitere Maschineneinheiten aufgestellt sein, so daß dann 27500 PS normal und 34350 PS während der Rush-Betriebsstunden verfügbar sind. Vorläufig können dem Michigan See mittels des Charles Rivers etwa 300000 Kubikfuß/Min. Wasser (8400 cbm/Min.) entnommen werden, ohne daß die vorgeschriebene Wassergeschwindigkeit überschritten wird. Später soll jedoch durch Verbreitern und Vertiefen des Flusses und des Kanals die Entnahme von 600000 Kubikfuß/Min. (16800 cbm/Min.) ermöglicht werden und die verfügbare Kraft auf 30000, bzw. 37500 PS gesteigert werden. Das Kraftwerk hat jetzt eine Belastung von etwa 9300 PS bei Nacht und 1000 PS bei Tag, wovon etwa 7000 PS von der Stadt für Beleuchtungszwecke verbraucht werden. In etwa zwei Jahren sollen 60000 Lampen installiert werden, die einen weiteren Verbrauch von 4500 PS bedingen. Der Strom wird mit Doll. 15/PS berechnet. Der spätere Ausbau des Kraftwerkes schließt den Ankauf des am Schiffahrtskanalausgang befindlichen Kraftwerkes der Joliet Economy Light & Power Co. ein, die in Verbindung mit der Bridgeport-Pumpstation in einem Artikel erwähnt wurde, der auf S. 222 am 22. April 1905 in den E. B. erschien. Die ganze Anlage ist deswegen von außerordentlich großem Interesse, weil durch Abzapfen des Michigan-Sees 1. die Wasserscheide des Chicago-Flusses umgedreht wird, 2. eine große Quantität des sonst über die Niagara-Fälle gehenden Wassers entzogen wird und 3. ermöglicht wird, eine direkte Wasserstraße vom Oberen See über den Michigan-See und den Abwässerkanal zum Mississippi herzustellen, dem einst wichtigsten Transportträger der Vereinigten Staaten. Wenn die Kanadier also am Niagara-Fall Schwierigkeiten machen, dann wird Onkel Sam sich durch Abzapfen von Wasser am Michigan-See schadlos halten. Bisher schweben noch zwischen den beiden Staaten Verhandlungen, die darauf abzielen, die bei Chicago entnehmbare Wassermenge auf ein bestimmtes maximales Quantum zu beschränken, wie ebenso die Quantität des für Kraftzwecke bei Niagara Fall entnehmbaren Wassers durch Kommissionsbeschlüsse festgelegt worden ist. E. Eichel.

Neuere elektrische Kraftanlagen in British Columbien.

Nachdem seit kurzer Zeit die Stadt Nelson, British Columbien, von der West Cootenay Kraft- und Lichtgesellschaft mit elektrischer Energie versorgt wird, wurde vor kurzer Zeit eine neue städtische Wasserkraftanlage am Kootenayflusse angelegt und zwar gegenüber dem Kraftwerk der erwähnten Gesellschaft.

Die Fig. 649 zeigt den stehenden Wechselstromerzeuger im städtischen Kraftwerk zu Nelson, von der Allis-Chalmers Co. gebaut. Der Turbogeneratorsatz hat eine normale Leistung von 750 KW; während eines Belastungsversuches hat er $^{24}/_{11}$ Stunden lang 1340 KW geleistet, ohne daß sich die Wicklungen oder die Lager unzulässig erwärmten. Feld- und Ankerwindungen sollen sich um nicht mehr als 35° C erwärmt haben.

Die Wasserturbine, welche für eine Leistung von 1000 PS berechnet ist, soll dauernd 1250 PS leisten können. Sie stammt aus den Werken der Allis-Chalmers Co. zu Scranton, Pa., während der elektrische Teil in Cincinati gebaut wurde.

Im Kraftwerk der West Cootenay Power and Light Co. Ltd. zu Rossland, welches oberhalb der Benningtonfälle am Kootenayflusse liegt, wurden jüngst zwei stehende Turbinen von 1000 PS in Betrieb genommen, welche ebenfalls stehende Generatoren antreiben. Diese Turbinen sind von der J. P. Morris Co. zu Philadelphia gebaut. Sie bestehen aus je drei Francisturbinen mit Beaufschlagung von außen, von denen jede besonders ge-

Fig. 649. Inneres des städtischen Kraftwerkes zu Nelson.

regelt wird. Sie sind in Betonmauerwerk aufgebaut und zwar so, daß dieses das Gehäuse und das Saugrohr bildet; die eigentlichen Maschinen sind auf schweren gußeisernen Schienen verankert, welche in das Mauerwerk eingelassen sind. Bei einem Gefälle von 21 m läuft die Turbine mit 180 Umdr. pro Min. Die sekundliche Wassermenge beträgt 35,5 m³. Der Wirkungsgrad ist höher als 80%.

Zum Antrieb der Erregermaschinen sind zwei kleinere stehende Turbinen von je 300 PS aufgestellt. Die Regelung der Umdrehungszahlen soll in dieser Anlage hervorragend sein. Sie wird von vier Blocker-White-Reglern besorgt. Jeder von diesen steht mit einer Ölpumpe und einem Druckgefäß in Verbindung. Die Regler werden auf elektrischem Wege von der Schalttafel aus beeinflußt, und von dieser Stelle aus wird die Geschwindigkeit der Turbinen je nach Bedarf geändert. C. Perkins.

Allgemeines.

Ein Bild über die Entwicklung der schweizerischen Elektrizitätswerke gibt der soeben erschienene zehnte **Jahresbericht der Technischen Prüfanstalten des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins.** Es betrugen:

	30. Juni 1898	30. Juni 1908
Totalzahl der Abonnenten	30	446
Zahl der abonnierten Elektrizitätswerke . . .	30	213
Beitragspflichtiger Wert ihrer Anlagen . . .	Frs. 6989600	90000000
Zahl der abonnierten Einzelanlagen	—	233
Zahl der Inspektionen .	12	521

Das Starkstrominspektorat hat als eidgenössische Kontrolle im abgelaufenen Jahr vorgenommen 1124 Inspektionen bei Elektrizitätswerken, 183 bei Einzelanlagen. Erledigt wurden 990 Planvorlagen und 29 Expropriationsbegehren und 635 Berichte abgegeben. Die Anschlußwerte der dem Starkstrominspektorat zur regelmäßigen Inspektion unterstellten Anlagen betrugen:

A. Elektrizitätswerke.

Glühlampen	1029377
Bogenlampen	6157
Niederspannungsmotoren	9511
Hochspannungsmotoren	153
Andere Stromkonsumapparate von 0,3 KW und darüber	6109
Andere Stromkonsumapparate von weniger als 0,3 KW	1424

B. Einzelanlagen.

Glühlampen	96650
Bogenlampen	1630
Elektromotoren von 1 PS oder weniger	1109
Elektromotoren über 1 PS. . . .	1513

Die Materialprüfanstalt hatte folgende Prüfungen vorzunehmen: 97 Stück blankes, 90 Stück isoliertes Leitungsmaterial, 4 Elektroden für Karbidöfen, 6 Bleikabel, 377 Stück Isolationsmaterialien, 110 Schmelzsicherungen, je ein Stück Bügeleisen, Überspannungssicherung, Blitzschutzvorrichtung, Ventilator und sonstigen Apparat sowie 36081 Glühlampen.

Die Eichstätte hatte 517 Aufträge mit zusammen 1278 Apparaten, darunter 1098 Elektrizitätszähler, zu erledigen. S. Herzog.

Aus dem Rechtsleben.

Haftpflichtfall. Auf einem Platze, auf dem von vier Seiten her Straßenbahnen zusammentreffen, hatte ein Krümperwagen so kurz vor einem Wagen der elektrischen Bahn deren Gleis überfahren, daß der elektrische Triebwagen den hinteren Teil des Krümperwagens erfaßte und beschadigte. Die Entschädigungsklage des Reichsmilitärfiskus gegen die Straßenbahngesellschaft und den Motorführer wurde vom Landgericht Straßburg am 10. Februar 1908 mit folgender Begründung abgewiesen:

An verkehrsreichen Stellen hat das Publikum, also auch der Krümperkutscher, die Vorgänge auf der Straße selbst auf das Aufmerksamste zu beobachten, dem Straßenbahnbetrieb ist durch Unaufmerksamkeit kein Hindernis zu bereiten. Wagen und Fußgänger haben den Straßenbahnzügen auszuweichen, eventuell vor der Gleisüberschreitung zu halten. Ohne diese Vorsicht könnte ein ordnungsmäßiger Betrieb der Straßenbahnen nicht geführt werden. In tatsächlicher Beziehung hat die Beweisaufnahme ergeben, daß der Führer des Triebwagens schon weiter als 25 m vor der späteren Unfallstelle Warnungszeichen gegeben und dieselben sodann öfters kräftig wiederholt hat, daß er ferner die Fahrgeschwindigkeit ermäßigte, während der Krümperkutscher, der den Straßenbahnzug kommen sah, gar nichts tat, um diesem auszuweichen, weder anhielt, noch auswich, noch aber die in langsamer Gangart gehenden Pferde zur Beschleunigung antrieb. Als die Wagen sich auf etwa 10 bis 12 m einander genähert hatten, rief der Führer des Triebwagens den Krümperkutscher an, ob er denn nicht halten wolle und bremste sofort als er bemerkte, daß der Kutscher ihn nicht beachtete. Der Motorfahrer durfte ein Ausweichen des Fuhrwerkes annehmen, es liegt kein Verschulden desselben darin, daß er in dieser Annahme erst bei 12 m Entfernung bremste, eine Gefahr war bis dahin noch nicht zu erkennen. Durch Anwendung beider Bremsen hat der Motorführer die ihm obliegende Verkehrssorgfalt vollkommen erfüllt, wenn der Zug gleichwohl noch eine Strecke Weges glitt, so ist der Grund dafür in der Schienenglätte infolge des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft zu finden. Ein Verschulden der Straßenbahngesellschaft ist in keiner Weise erwiesen, es kann auch nicht darin gefunden werden, daß die Triebwagen nicht mit Luftdruckbremsen ausgerüstet sind, da in Straßburg der Straßenverkehr noch nicht so beängstigend dicht und gefährlich ist wie in den Großstädten, so daß er die Anwendung der besten und schärfsten Mittel zum sofortigen Anhalten der Züge gebietet. Eine nicht genügende Fürsorge für die Sicherheit des Verkehrs fällt mithin der Straßenbahn nicht zur Last. (Aktenzeichen II O 423/07, Landgericht Straßburg.) W. C.

Aus den Geschäftsberichten.

Auszug aus dem Geschäfts-Bericht der Aachener Kleinbahn-Gesellschaft für 1907. Im abgelaufenen Geschäftsjahr 1907 hat unser Unternehmen sich wiederum vergrößert. Es ist nicht allein ein weiterer Teil der bereits genehmigten Bahnlinien ausgeführt, sondern auch ein besonderes Unternehmen, die benachbarte Rheinische Elektrizitäts- und Kleinbahnen-Aktiengesellschaft in Kohlscheid, dadurch angegliedert worden, daß die Aachener Kleinbahn das gesamte Aktienkapital dieses Unternehmens erworben hat, was die in der außerordentlichen Hauptversammlung vom 4. Juni 1907 beschlossene Erhöhung des Aktienkapitals um M. 2000000 zur Folge hatte. Einstweilen besteht diese Gesellschaft als besonderes Unternehmen weiter, das Ertragnis ist unter Zinsen-

konto dem alten Unternehmen als Einnahme hinzugerechnet worden. Außerdem wurden uns, da die neuen Aktien der Aachener Kleinbahn einen Wert von 150% darstellten, die Aktien des Kohlscheider Unternehmens im Nennwert von M. 2250000 zu M. 1500000 überlassen, so daß wir den Kohlscheider Aktienbesitz mit diesem Betrage in die Aktiva unserer Bilanz einstellen konnten. Die Betriebslänge aller Bahngleise, nämlich diejenige des bisherigen Bahnnetzes der Aachener Kleinbahn zuzüglich der neuhergestellten Strecken und der Bahnlinie Aachen-Kohlscheid-Herzogenrath, beträgt nunmehr insgesamt 145,6 km. Außer von dem städtischen Elektrizitätswerk erfolgt die Stromversorgung von den Kraftwerken in Eschweiler, Brand, Eynatten und Kohlscheid. Der Verkehr auf unseren Bahnen hat auch im verflossenen Jahre weitere erfreuliche Fortschritte gemacht. Wir verzeichnen hier in üblicher Weise die Fahrleistungen und die geldlichen Betriebsergebnisse der beiden letzten Jahre und bemerken, daß hierin auch die Ergebnisse unseres Bahnnetzes IV enthalten sind, jedoch nicht diejenigen des Kohlscheider Unternehmens.

	1906	1907
Wagenkilometer . .	3769611	4894564
Einnahmen	M. 1575059,81	M. 1979626,74
Ausgaben	» 1057287,52	» 1316926,90
Überschuß	M. 517772,29	M. 662699,84

Auf der Station Scheibenstraße wurde auf dem neuerworbenen Grundstücke eine neue große Wagenhalle für 100 Wagen massiv in eiserner Dachkonstruktion errichtet; auf der so erweiterten Station Scheibenstraße können jetzt insgesamt 220 Wagen untergebracht werden. Um der wichtigen Aufgabe zu genügen, die im Laufe der Zeit zunehmenden Abfahrungen an den Schienenstößen zu beseitigen, wurden wiederum Schienenschweißungen in bedeutenden Maße unter erheblichen Kosten ausgeführt und weiterhin in Auftrag gegeben; es werden sowohl Schienenumgießungen nach dem Thermitverfahren wie auch elektrische Schweißungeen angewandt.

Über die Einzelheiten unserer Jahresrechnung ist folgendes auszuführen:

Die Gleislänge des gesamten Bahnnetzes betrug Ende 1907:

im Bahnnetz	I, Stadtlinien, einschließlich der Strecke Vaals (Holland) . .	47137 m
im Bahnnetz	II, Linien zwischen der Stadt u. den nächsten Vororten derselben .	19355 »
im Bahnnetz	III, Überlandlinien im Bezirk Stolberg — Eschweiler — Alsdorf 47096 + 4821 = ...	51917 »
im Bahnnetz	IV, Überlandlinien im Bezirk Eupen—Raeren—Cornelimünster	33590 »
	zusammen	151999 m

Davon entfallen:

auf Streckengleise (Ein- oder Doppelgleise) .	143060 m
auf Stations- und Nebengleise	4694 »
auf Anschlüsse	4245 »
zusammen	151999 m

Im Berichtsjahre wurde wiederum eine Reihe von neuen Bahnlinien nebst Oberleitung und Speiseleitungen nach behördlicher Abnahme dem Verkehr übergeben. Dazu gehören: die Linie Stadtwald—Altenberg von 5,6 km Länge, Betriebseröffnung am 27. März; die Linie Cornelimünster—Walheim von 3,2 km Länge, Betriebseröffnung am 3. Mai; die Linie Eschweiler—Weisweiler von 3,5 km Länge, Betriebseröffnung am 10. Juli; die Linie Raeren—Walheim von 6,3 km Länge, Betriebseröffnung am 31. Oktober; die Linie Brand—Elgermühle von 2,7 km Länge, Betriebseröffnung am 3. November.

Das Bahnanlage-Konto beläuft sich am 31. Dezember 1907 auf M. 6221796,20, im Vorjahre auf M. 4084053,82, mithin Zugang M. 2137742,38 für neue Weichen und Anschlußgleise, für die Strecke Stadtwald—Altenberg und die Linien des Bahnnetzes IV. Die Linien der Kohlscheider Bahn, welche eine Streckenlänge von 12,6 km aufweisen, liegen auf oder an vorhandenen Straßen und gelten als Straßenbahnen.

Das für unser Landnetz erbaute Kraftwerk in Eschweiler-Aue enthält eine Maschinenhalle mit vier Dampfmaschinen von je 300 PS mit Zentralkondensation, vier Dynamomaschinen von je 200 KW und eine Zusatzmaschine, eine Pufferbatterie von 610 Amp. St. Leistung in besonderem Gebäude, ein Kesselhaus mit vier Wasserröhren-Kesseln von je 166 qm Heizfläche; ferner ein Gradierwerk (Kaminkühler) und eine Brunnenanlage.

Die Umformerwerke in Brand und Eynatten, welche durch Drehstrom von 5000 Volt der Urftalsperre betrieben werden, enthalten fünf Drehstrom-Gleichstromumformer von zusammen 530 KW Leistung und je eine Pufferbatterie von 148 bzw. 222 Amp. St. mit zugehörigen Zusatzmaschinen.

Das Kraftwerks-Konto weist am 31. Dezember 1907 einen Bilanzbetrag auf von M. 816450,70, im Vorjahre von M. 638545,72, mithin Zugang M. 177904,98 für die Umformer-Werke in Brand und Eynatten.

Das Kraftwerk in Kohlscheid, welches zum Bahn- und Lichtbetriebe dient, enthält in geräumiger Maschinenhalle vier Dampfmaschinen mit direkt gekuppelten Dynamomaschinen für Gleichstrom und Drehstrom mit einer Leistung von insgesamt 1600 KW, eine Erregerbatterie von 306 Amp. St. und eine Pufferbatterie von 296 Amp. St. mit zugehörigen Zusatzmaschinen. In dem angegliederten Kesselhaus sind drei Wasserröhrenkessel (zwei Gehre- und ein Steinmüller-Kessel), und zwar zwei von je 240 qm Heizfläche und einer von 210 qm Heizfläche, ferner ein Ekonomiser aufgestellt. Hieran schließen sich zwei Gradierwerke. Der Kraft- und Lichtanschlußwert dieses Werkes beträgt im Kraftbetrieb: 1358 PS, im Lichtbetrieb reehnerisch in Glühlampen angegeben: 15308 Glühlampen.

Die Gesellschaft besaß am Schlusse des Betriebsjahres: 6 vierachsige Wagen mit je 4 Motoren, 114 zweiachsige mit je 2 Motoren, zusammen 120 Motorwagen, 82 Anhängewagen, 81 Güterwagen.

Es wurden zurückgelegt: von den Motorwagen im Personenverkehr 4234382 km, von den Motorwagen im Güterverkehr 11335 km, von den Anhängewagen 1868985 km, von den Güterwagen 77557 km, zusammen 6192259 km oder 16965 km auf den Tag.

Werden die Zahlen bei den Anhänge- und Güterwagen auf Motorwagen-Kilometer mit $^1/_2$ umgerechnet, so ergeben sich insgesamt 4894564 Motorwagen-Kilometer mit je 0,8 KWSt. Stromverbrauch (einschl. Werkstatts-Motor und Stationsbeleuchtung).

In der Bilanz schließt das Wagenkonto am 31. Dezember 1907 ab mit M. 2062704,15, im Vorjahr M. 1568635,60, mithin Zugang M. 494068,55 für 28 Motorwagen, 18 Anhängewagen und 21 Güterwagen, für Perronverschlüsse, Heizkörper usw.

Ferner sind in Kohlscheid vorhanden: 16 Motorwagen, 7 große Anhängewagen, 4 kleine Anhängewagen, 3 Kohlenzüge, bestehend aus je zwei Triebwagen, kombiniert mit je drei Güterwagen.

Die Personenzüge auf der Linie Aachen—Kohlscheid—Herzogenrath leisteten rund 500000 Wagenkilometer in den zehn Monaten 1907 vom 1. März ab.

Betriebsergebnisse. a) Einnahmen. Die Einnahmen aus der Personenbeförderung haben sich nach den einzelnen Monaten wie folgt gestaltet:

Januar	M. 124450,70	
Jahres-Abonnements	» 44712,—	M. 169162,70
Februar		» 112464,70
März		» 134000,05
April		» 154156,50
Mai		» 167642,40
Juni		» 160584,35
Juli		» 167930,60
August		» 180746,75
September		» 170227,40
Oktober		» 165097,65
November		» 145405,20
Dezember		» 138162,40
		M. 1874580,70

Von dieser Summe entfallen:

auf Einzelzahlungen	M. 1664063,65
» Abonnements	» 210517,05
	M. 1874580,70

im Tagesdurchschnitt rd. M. 5136,—.

Der verkehrsreichste Tag war der 4. August (Stadtkirmes), an welchem 102076 Personen befördert und M. 11841,— eingenommen wurden.

Die Gesamtbeförderung belief sich auf 15870896 Personen.

Im Güterverkehr wurden für beförderte 33606 t in Wagenladungen, zuzüglich der Stückgüter, folgende Beträge vereinnahmt:

Januar	M. 2365,45
Februar	» 2013,—
März	» 2408,90
April	» 2148,05
Mai	» 2861,50
Juni	» 2804,80
Juli	» 3054,99
August	» 2872,23
September	» 2387,21
Oktober	» 2764,20
November	» 2406,53
Dezember	» 1977,20
	M. 30064,06
Hierzu Postbeförderung mit	» 3650,—
Zusammen	M. 33714,06

Vorstehende Ergebnisse aus der Personen- und Güterbeförderung, zuzüglich der sonstigen Einnahmen ergeben nachstehende Zusammenstellung:

1. Einzelzahlungen (zuzügl. 1126,66 von Bahnnetz IV aus 1906)	M.	1665190,31
2. Abonnements	»	210517,05
3. Gütertransport	»	33714,06
4. Plakatmiete	»	5646,84
5. Zinsen und Mieten	»	39144,45
6. Verschiedenes	»	25414,03
Zusammen	M.	1979626,74

b) Ausgaben.

Dieselben verteilen sich folgendermaßen:

1. Zentralverwaltung	M.	56330,99
2. Betriebsdienst		
a) Allgemeines M. 34977,87		
b) Kontrolleure u. Schaffner » 240722,04		
c) Wagenführer » 178310,27	»	454010,18
Übertrag:	M.	510341,17

Übertrag:	M.	510341,17
3. Zugkraft	»	423491,46
4. Stromführung	»	22787,42
5. Wagenunterhaltung:		
a) Wagenmotoren M. 85986,52		
b) Wagenkasten u. Untergestelle » 105508,11	»	191494,63
6. Bahnunterhalt	M.	92793,74
7. Gebäudeunterhalt	»	8778,09
8. Allgemeine Unkosten:		
a) Steuern und Abgaben M. 36108,48		
b) Versicherungswesen » 18408,68		
c) Versorgungswesen » 12475,04	»	66991,60
Verschiedenes	»	248,79
Zusammen	M.	1316926,90
Wiederholung: Einnahme	M.	1979626,74
Ausgabe	»	1316926,90
mithin Übersehuß in 1907	M.	662699,84
gegen einen Übersehuß in 1906 von	»	517772,29.

Die Linien des Bahnnetzes IV, für welche der Landkreis Aachen eine Zinsgarantie übernommen hat, und die Linie Altenberg haben einen Gewinn für 1907 nicht ergeben.

Von dem Übersehuß von M. 662699,84 sind in Abzug zu bringen:

Darlehnszinsen I mit M.	51178,15		
» II » »	20000,—		
» III » »	63531,71		
» IV » »	42000,—	M.	176709,86
ferner für Tilgung	M. 54000,—		
» Erneuerung	» 107430,03	»	161430,03
Summa		M.	338139,89

und verbleibt somit ein Reingewinn von » 324559,95
zuzüglich des Vortrages von 1906 mit » 13533,35.

Gemäß § 25 des Gesellschaftsvertrages sind hiervon zu verwenden:

1. zum Reservefonds nichts, da derselbe seine gesetzliche Höhe erreicht hat;		
2. zum Spezialreservefonds	M.	5050,—
	M.	333043,30
3. zu Gewinnanteilen	»	16228,—
	M.	316815,30
4. zur ersten Dividende von 4% und zwar:		
für M. 3000000 alte Aktien auf 1 Jahr	M.	120000,—
» » 2000000 neue Aktien » 1/2 Jahr	»	40000,—
	M.	160000,—
5. zur Vergütung an den Aufsichtsrat	»	14328,20
Demnach verbleiben zur Verfügung der Hauptversammlung	M.	142487,10

Hiervon:

6. eine zweite Dividende von 3% und zwar für M. 3000000 alte Aktien auf 1 Jahr	»	90000,—
für M. 2000000 neue Aktien auf 1/2 Jahr	»	30000,—
Summa		120000,—

(zusammen also 7% Dividende) zu zahlen und den Restbetrag von M. 22487,10 auf neue Rechnung vorzutragen.

Neue Bücher.

Elektrotechnische Meßkunde, zugleich Leitfaden für das elektrotechnische Praktikum. Von Oberingenieur A. Königswerther. Mit 172 Abbildungen im Text, 167 Seiten, Preis brosch. M. 4,20, geb. M. 4,80, Hannover, Jänecke 1908. (Grundriß der Elektrotechnik, Band II).

Das Buch lehnt sich stark an die älteren physikalischen Darstellungen an. Die für den Starkstromtechniker immer mehr zurücktretenden Arbeiten mit dem Torsionsgalvanometer, Tangenten- und Sinusboussole, Voltameter, Kondensatoren, Induktionsspulen ohne Eisen etc. nehmen einen unverhältnismäßig großen Raum ein; vielfach glaubt man einen Auszug eines elementaren physikalischen Praktikums vor sich zu haben. Dabei ist die Auswahl des Stoffes nicht gerade geschickt gewählt, indem oft Nebensächliches stark betont, die Hauptmomente dagegen nur flüchtig berührt sind.

Die technischen Meßinstrumente und Untersuchungen sind bis auf die Aufnahmen der Momentanwerte von Wechselstromgrößen recht wenig, Maschinenmessungen gar nicht erwähnt, da letztere nach des Verfassers Ansicht »nicht in den Rahmen des Buches hineinpassen«! Es ist diese Ansicht um so mehr zu bedauern, als es gerade in diesem Gebiete sehr an klar und einfach geschriebenen Büchern fehlt, welche sich an die physikalischen Grundbegriffe halten.

Das Buch selbst macht teilweise einen recht flüchtigen Eindruck. So ist auf Fig. 19, S. 26, der Aufhängefaden des Stromdynamometers nicht eingezeichnet, bei der Darstellung der Weicheisenins trumente (S. 37) ist eine ganz alte Siemens sche Type gewählt, während die seit acht Jahren gebräuchliche, weit verbreitete Form dieser Firma nicht einmal erwähnt wird. Auch das betreffende Instrument der A. E. G. (Fig. 29) dürfte ohne weiteres kaum verständlich sein. Daß die Stärke der permanenten Magnete von Drehspuleninstrumenten möglichst groß gewählt wird (s. S. 40) stimmt nicht, da gerade dann die Konstanz am schwersten zu erreichen ist. Die Angabe, daß bei Elektrometern Vorschaltkondensatoren dieselbe Wirkung haben sollen wie Vorschaltwiderstände (S. 42), ist in dieser Form zum mindesten irreführend. Bei der Besprechung der Magnetometermethode (S. 132) ist der Entmagnetisierungsfaktor mit keinem Wort erwähnt, vielmehr die primäre Feldstärke ohne weiteres mit der resultierenden identifiziert.

Auf Seite 33 findet man folgende eigenartige Definition der Normalwiderstände: »Normalwiderstände sind Einzelwiderstände, die stets so eingerichtet werden, daß sie in ein Petroleumbad eingesetzt werden können«. (sic!)

Eine qualitative Bereicherung der elektrotechnischen Literatur dürfte dieses Kompendium kaum bedeuten. Text und Figuren sind gut. Brion.

Die Elektrizität als Wärmequelle. Von Dr. Friedrich Schönbeck. 53. Abbildungen. Preis geh. M. 1,60, geb. M. 2.

Das Werkchen bildet den 61. Band der im Verlag von Dr. Max Jänecke, Hannover, erscheinenden »Bibliothek der gesamten Technik«, deren Ziel es ist, den in der Praxis tätigen Installateuren, Werkmeistern, Monteuren etc. mit geringer theoretischer Vorbildung eine den Fortschritten ihres Faches entsprechende Weiterbildung zu ermöglichen. Demgemäß bringen die ersten Abschnitte des vorliegenden Buches die zum Verständnis der elektrischen Öfen nötigen theoretischen Grundlagen in sehr leicht faßlicher Form. Rechnungsbeispiele gestatten das in jedem Abschnitt gebrachte einzuüben, so daß es für den praktischen Gebrauch unmittelbar verwendbar wird. Aber auch wer diese elementaren Grundlagen bereits besitzt, findet in den das eigentliche Thema behandelnden Abschnitten eine gute Übersicht über die verschiedenen elektrischen Heizsysteme und deren Apparate. Neben den bekannten Fabrikaten für Zimmerheizung und Haushalt werden die elektrischen Lötapparate, Schmelz- und Schweißöfen, wie sie die Industrie benutzt, besprochen. Eine reichliche Zahl von Abbildungen vervollständigt den Text. Einige derselben lassen zwar zu wünschen übrig, so Fig. 35 und 36, die den Einfluß des Magneten auf den Lichtbogen darstellen sollen. Der Lichtbogen wird nicht, wie dort zu sehen, in Richtung der Achse des Magneten herausgeblasen, sondern er bewegt sich, wie jeder andere stromführende Leiter auch, senkrecht zu den Kraftlinien. Denselben Fehler weist auch Fig. 47 auf, die das Schema eines Lötapparates darstellt. Fig. 53 erweckt auch kaum die richtige Vorstellung einer technisch brauchbaren Abschmelzsicherung. Von diesen Details abgesehen, haben wir aber hier ein klar und übersichtlich geschriebenes, über den Gegenstand gut orientierendes Buch, das jetzt, wo die zwar teure, aber viele Vorzüge aufweisende elektrische Heizung sich mehr und mehr einführt, sicher viele Interessenten finden wird. Wy.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

D. Bau der Strecken.

1. Vorarbeiten, Linienführung, Unterbau, Oberbau, Bahnhofsanlagen.

Opening of the Hudson River Tunnel System. (Street R. Journ., 29. Febr. 1908, S. 329.)* Während der alte Tunnel in Mauerwerk hergestellt wurde, sind die beiden neuen als Röhrentunnels ausgeführt. Lichter Durchmesser der Röhre 4,60 m, Tiefe unter dem Spiegel des Hudson zwischen 18 und 27 m. Abstand der Rohre unter dem Hudson ca. 9 m. An den Stationen sind die beiden Röhren so verbunden, daß zwischen den Gleisen noch Raum für eine Bahnsteiginsel verbleibt. Die getrennte Anordnung der Röhren ermöglicht die Ventilation durch die Kolbenwirkung der Züge. Außerdem ist als Reserve für künstliche Ventilation gesorgt. Die Gesamtkosten werden nach der Fertigstellung etwa Doll. 70 Mill. betragen. Beschreibung und maßstäbliche Zeichnungen der dritten Schiene im Tunnel.

2. Das Fahrzeug und seine mechanischen Einzelheiten.

Gasoline-Electric Car for Railway Service. (El. World, 25. Jan. 1908, S. 191.)* Der Wagen, gebaut von der General El. Company für die Delaware and Hudson Railroad ist mit zwei 60 PS-Gleichstrommotoren ausgerüstet. Die Motoren werden von einem 8poligen 90 KW-Gleichstromgenerator mit veränderlicher Spannung gespeist. Der Generator wird mit 550 Umdr. pro Min. von einem 8zylindrigen 100 PS-Gasolinmotor angetrieben. Die Erregung für den Generator wird von einer direkt gekuppelten 3 KW-Gleichstromdynamo mit parallel dazu geschalteter Akkumulatorenbatterie geliefert, von der auch die Lampen für die Wagenbeleuchtung gespeist werden. Spannungsregulierung der Maschine mittels eines Tirrilregulators. Gewicht des 90 KW- und des 3 KW-Generators zusammen nur 1233 kg, Wirkungsgrad 88%, große Temperaturerhöhung zugelassen (normale

90 KW-Maschine; Gewicht 3960 kg, Wirkungsgrad 91%). Bei einer Probefahrt über 126 km lief der vollbelastete Wagen auf einer Steigung von 1,3% mit 37 km/St., auf ebener Strecke mit 80,5 km/St.

Report on Subway Car Design in New York. (Street R. Journ., 29. Febr. 1908, S. 337.)* Vorschläge über Wagenkonstruktionen, welche eine raschere Abwicklung des Verkehrs ermöglichen sollen. Während des Höchstverkehrs wurden im Schnellbetrieb folgende Ziffern festgestellt: 1. für das Öffnen der Türen nach Anhalten des Zuges 2 Sek., 2. für das Aussteigen von durchschnittlich 163 Personen durch 14 Türen 15 bis 50, im Mittel 20 Sek., 3. für das Einsteigen von durchschnittlich 206 Personen durch 14 Türen 15 bis 30, im Mittel 20 Sek., 4. für das Schließen der Türen und Signalgeben im Mittel 13 Sek., 5. Gesamtdurchschnittszeit zwischen Anhalten und Abfahren im Mittel 55 Sek. Die Gesamtzeit soll durch geeignete Maßnahmen und verbesserte Wagenkonstruktion auf 30 Sek. gebracht werden. Besprechung der verschiedenen Wagengattungen in bezug auf Anordnung der Sitze und Türen und Vorschläge für verbesserte Bauart: 1. Jeder Wagen soll an den Enden beiderseits noch eine zweite Türe erhalten, 2. pneumatische oder sonstige Öffnungs- und Schließvorrichtung für die Türen und automatische Signalgebung für den Führer, nachdem die letzte Türe geschlossen ist, 3. geeignete Anordnung der Sitze, 4. Geländer, durch welche die Fahrgäste nach den Wagentüren dirigiert werden, 5. Breitere Wagen als bisher.

Detroit River Tunnel Locomotives. (Street R. Journ., 28. März 1908, S. 494.)* Lokomotiven für Personen- und Güterzüge für den im Bau begriffenen Tunnel unter dem Detroitfluß, welcher die Linien der Michigan Central Railway in Windsor, Ont. mit denen in Detroit verbinden soll. Type 404-E-200-4-GE-209. Lokomotive für mäßige Geschwindigkeit, Triebgewicht 100 t. 4 GE-209 Wendepolmotoren, Vielfachschaltung Sprague Gen. Elektr. Comp. Stromzuführung durch dritte Schiene unter 600 Volt. Leistung eines Motors 300 PS, Zugkraft normal 4100 kg bei 19,5 km/St. Geschwindigkeit. Die Lokomotive ist imstande, einen 900 t-Zug auf einer Steigung von 2% mit fahrplanmäßiger Geschwindigkeit zu fördern. Übersetzungsverhältnis 1 : 4,37. Kräftige Kühlung der Motoren durch besonderes Gebläse. Abmessungen:

Länge der Puffer	12,64 m
Gesamtlänge der Plattform	11,73 »
Länge des Unterrahmens	10,36 »
Gesamtradstand	8,38 »
Fester Radstand	2,90 »
Länge des Führerstandes	4,72 »
Höhe von S. O. bis Decke des Führerstandes	3,63 »
Breite	3,1 »
Raddurchmesser	1,22 »

Electric Motor and Trailer Trucks. By A. C. Vaulain. (Street R. Journ., 4. April 1908, S. 562.)* Starre Untergestelle werden den sog. elastischen vorgezogen. Betrachtungen über Radstand, Gewichte, Verteilung der Motoren. Aufhängung usw. Beispiele ausgeführter Untergestelle.

3. Der elektrische Antrieb.

L'Electricité dans les transmissions des voitures à pétrole Embrayages et changements de vitesse électriques par Gasnier. (Bulletin de la soc. intern. des electriciens 1908, S. 81 bis 113.) Die schwache Seite der Petroleummotoren sind die Einrückvorrichtungen und Geschwindigkeitsänderungen. Die gebräuchlichen Anlaß- und Einrückmethoden werden besprochen, die charakteristischen Größen als Funktion der Geschwindigkeit in einem Diagramm aufgetragen. Notwendigkeit von veränderlichen Übersetzungsmechanismen wegen der annähernden Unabhängigkeit des treibenden Moments von der Drehzahl. Besprechung der magnetischen Kupplungen; deren Hauptnachteil: Erfordernis einer elektrischen Stromquelle, Unmöglichkeit einer kontinuierlichen Regelung der Drehzahl. Elektrische Kupplungen: Preis und Gewicht zu hoch, unwirtschaftlich, Unmöglichkeit ein größeres Drehmoment zu übertragen, als vom Antriebsmotor geliefert wird. Wagen mit elektrischer Kraftübertragung. Besprechung verschiedener Systeme, insbesondere von Gasnier. Kombination von zwei Dynamos, bzw. Dynamo und Motor. Die erste Dynamo ist starr mit Antriebsmotor verbunden und läuft mit konstanter Drehzahl, die zweite mittels Epicykloidal-Getriebes und Planetenrad mit der ersten verbunden. Durch Änderung der E. M. K. der ersten Dynamo mittels Bürstenverstellung können die verschiedensten Drehmomente und Drehsinne eingestellt werden, Schaulinien.

Zuletzt wird hervorgehoben, daß die Wagen mit elektrischer Kraftübertragung, besonders bei schweren Wagen, sehr gut mit anderen Systemen konkurrieren können.

Dynamo Iglésis et Régner à débit constant sous vitesse variable. Von S. Iglésis. (La Lumiere electr., 29. Febr. 1908, S. 267 bis 272.) Diese besonders für Zugbeleuchtungszwecke bestimmte Dynamo zeichnet sich durch völlig selbsttätige Regelung auf konstante Stromstärke aus. Der Grundgedanke der Maschine ist der, daß das unsymmetrische Magnetgehäuse um die Lagerzapfen drehbar angeordnet ist. Aus der Proportionalität des bei unsymmetrischer Lage entstehenden Drehmomentes mit der elektromagnetischen Gegenkraft ergibt sich, wenn man von der Ankerrückwirkung absieht, für einen bestimmten Kraftfluß die Unabhängigkeit der Stromstärke von der Drehzahl und dem äußeren Widerstand, oder auch die Proportionalität der EMK. mit dem äußeren Widerstand. In ähnlicher Weise lassen sich sehr einfache Beziehungen für das Arbeiten der Dynamo auf eine Batterie sowie auf einen äußeren Widerstand bei Parallelschaltung einer Akkumulatorenbatterie ableiten, wobei sich auch hier die Stromstärke als konstant ergibt, während die EMK. von dem äußeren Widerstand und der Batteriespannung abhängt. Ebenso werden für das Stabilitätsmoment Gleichungen entwickelt, aus denen die große Unempfindlichkeit der Dynamo gegen Stöße, besonders bei Parallelarbeiten mit einer Batterie, hervorgeht.

Die Zugsteuerung der Felten & Guilleaume Lahmeyerwerke. Von Chr. Krämer. (E. T. Z., 5. März 1908, S. 203.)* Es wurde das Druckluftsystem gewählt, weil man dabei mit kleineren Abmessungen der Apparate dieselbe Leistung erzielt, wie mit dem elektromagnetischen System. — Wegen der Vibrationen der Wechselstrommagnete ist es schwierig, das Luftaustrittsventil dicht zu bekommen, es ist deshalb von den F. G. L. ein besonderes Ventil ausgebildet, bei dem nicht nur das Eintritts- sondern auch das Austrittsventil durch den Druck der Luft gedichtet wird. — Schema für eine vollständige Wechselstromausrustung. Für den Motorstromkreis sind an Appa-

raten vorhanden: 1. der Hauptschalter, zum Einschalten des Haupttransformators, 2. der Fahrtrichtungsschalter, 3. der Regulier- oder Stufenschalter, 4. der Kompensationsschalter für Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit oder Stromrückgewinnung bei Talfahrt. — Beim Ausschalten schaltet zuerst der Hauptschalter aus, dann erst der Stufenschalter. Der Ausschaltlichtbogen bildet sich daher immer nur am Hauptschalter, dessen Kontakte sich unter Öl befinden und kräftig gehalten sind. — Für besondere Fälle ist auch eine elektromagnetische Steuerung ausgebildet worden. Um das »Brummen« der Magnete zu unterdrücken ist auf einem dritten Schenkel eine weitere Wicklung angebracht, die von dem primären Magnetismus der beiden anderen Schenkel induziert wird.

4. Bremsen.

Siemensbremse vereinfachter Bauart. Von A. Mykisch. (Z. d. V. D. I., 25. Jan. 1908, S. 144.)* Die gebräuchliche Luftdruckbremse eignet sich nicht für lange Güterzüge, weil die auf der Lokomotive erzeugte Druckverminderung zu lange Zeit braucht, um sich in der Hauptleitung fortzupflanzen; heftige Stöße infolge der nacheinander erfolgenden Bremsung der einzelnen Wagen. Anders, wenn die Luftdruckbremse elektrisch angetrieben wird, wobei alle Bremsen gleichzeitig angestellt werden können; Vereinigung von elektrischer und Schlauchkupplung; Kurzschlüsse ausgeschlossen. Möglichkeit, von der Lokomotive aus die elektrische Leitung, die Stromquelle und die Luftleitung zu prüfen. Der magnetische Teil entspricht der gewöhnlichen selbsttätig wirkenden Luftdruckbremse; Akkumulatorenbatterie auf dem Tender, Bremsventil in jedem Wagen und Schlußventil am Ende des Zuges; Benutzung für gewöhnliche und elektrische Bremsung. Vorteile: bei jeder Zusammensetzung und Geschwindigkeit wird stoßfrei gebremst; Bremsung wird mit voller Kraft begonnen, also kurze Bremsung; geringer Luftverlust, da keine Luft ins Freie gelassen wird; Bremsprobe vom Führerstande aus ohne fremde Hilfe.

6. Sonstige Ausrüstungsgegenstände.

Geschwindigkeitsmesser für elektrisch betriebene Bahnen. (Schweiz. E. T. Z., 22. Febr. 1908, S. 91.)* Anforderungen an einen guten Geschwindigkeitsmesser. Beschreibung eines Apparates »Tell« der Telegraphenbauanstalt G. Hasler, Bern, mit Zeigerwerk, Registriervorrichtung und Kilometerzähler.

7. Mit Akkumulatoren bewegte Fahrzeuge.

Die Akkumulatorenwagen der Eisenbahndirektion Mainz. Von K. Fürst. (E. T. Z., 30. Jan. und 6. Febr. 1908, S. 89 und 122.)* Vorläufig sind fünf Triebwagen angeschafft worden, davon sind drei in Betrieb, einer in Reserve, einer eventuell in Reparatur. Die Wagen sind dreiachsige Berliner Stadtbahnwagen, die für Akkumulatorenbetrieb umgebaut worden sind. An jedem Ende ist ein Führerstand (ähnlich den Bremserhäuschen) angebracht. Länge des Wagens (einschließlich Puffer 12,2 m). Sechs Abteile zu je zehn Sitzplätzen. Die Sitzbänke sind aufklappbar, um die darunter befindlichen Akkumulatoren beaufsichtigen zu können. Insgesamt sind in jedem Wagen 180 Zellen, Type IV, C 126 der Akkumulatoren-A.-G. aufgestellt, garantierte Kapazität bei 100 Amp. Entladestrom 230 Amp.St. (8,75 KW.St. für 1 kg Zellengewicht). Unter jeder Sitzbank stehen zwei mit Isolazit gestrichene Holzkästen mit 7 bis 8 Zellen in Hartgummibehältern (450 × 345 × 130 mm). Die Räume unter den Sitzbänken werden durch seitliche Öffnungen der Wagenwand ständig gelüftet. Garantiert war die Zurücklegung von 57 km mit einer Ladung bei 45 km/St. Höchstgeschwindigkeit. Die elektrische Ausrüstung ist möglichst der normalen Ausrüstung der Straßenbahnwagen angepaßt und von den Siemens-Schuckertwerken geliefert. Zwei Hauptstrommotoren, Type D 72, von je 25 PS, höchster Wirkungsgrad 84%, Gewicht eines Motors (einschließlich Zahnräder und Zahnradgehäuse) = 1200 kg. Fahrschalter mit fünf Reihen-, vier Parallelfahrstufen und vier Kurzschlußbremsstufen. Heizung des Wagens durch Luft, die unter dem Wagenkasten durch Preßkohlenfeuerung angewärmt wird. Gewichte: Eigentlicher Wagen und Leitungen = 22 t, Motoren 2,4 t, Batterie 9,1 t, Gesamtgewicht 35,5 t. Kosten: Batterie rd. M. 13000, elektrische Ausrüstung (einschließlich Motor) rd. M. 11000, Kosten des Umbaues der Wagen rd. M. 3000. — Eigene Ladestation, enthaltend einen Dieselmotor der M. F. Augsburg für Betrieb mit Gasöl (100 bis 120 PS, 160 Umdr. pro Min., Verbrauch 200 g Gasöl pro PS.St. zum Preis von 7,80 pro 100 kg) gekuppelt mit 75 KW-Gleichstromgenerator der Siemens-Schuckertwerke. Im regelmäßigen Betrieb wird nur immer ein Wagen auf einmal geladen (Ladestrom 110 bis 120 Amp.). Außerdem noch als Reserve ein Drehstrom-Gleichstromumformer, der an das städtische Netz angeschlossen ist. Kosten der Stromerzeugungsanlage insgesamt M. 50300 (Dieselmotor M. 34750, Ladedynamo M. 7250, Umformeranlage M. 8850, Schaltanlagen M. 3450, Baukosten M. 5000). Die Triebwagen fahren auf den Vorortstrecken Mainz-Oppenheim (20,41 km) und Mainz-Ingelheim (18,08 km) viermal täglich und Mainz-Rüsselsheim (12,24 km) sechsmal täglich. Arbeitsverbrauch 19,5 bis 18,6 Watt/tkm. Bei Probefahrten konnte der Wagen auf Steigungen von 1 : 60 noch mit 32 km/St. fahren. Wirkungsgrad der Batterie 76% (einschließlich der alle acht Tage erfolgenden Überladungen). Die Unterhaltung und Instandhaltung der Batterie ist auf fünf Jahre der Akkumulatorenfabrik, A.-G., Berlin, gegen eine Vergütung von 8 Pf. für das Wagen-km übertragen. Zugförderungskosten pro Wagen-km: Stromkosten 7,02 Pf.; Kosten für Schmieren, Heizen, Putzen 1,4 Pf.; Zugbegleitungskosten pro Wagen-km: Wagenführer 6 Pf., Schaffner 4,6 Pf. Unterhaltungskosten pro Wagen-km: Batterie (einschließlich Erneuerung) = 8 Pf.; motorische Ausrüstung 0,44 Pf., Wagenkosten und Untergestell 1,87 Pf. Die gesamten reinen Betriebsausgaben betragen 29,33 Pf. pro Wagen-km. Sie vermindern sich um 16%, wenn, wie geplant, der Schaffner wegfällt. Die Kosten für Verzinsung und Abschreibung der Ladestation und der fünf Triebwagen betragen 9,6 Pf. pro Wagen-km, so daß die reinen Selbstkosten pro Wagen-km 29,33 + 9,6 = 38,93 Pf. sind. Diese Kosten verringern sich noch beträchtlich, wenn die Ladestation bei Betrieb einer noch größeren Anzahl Akkumulatorenwagen voll ausgenutzt und ihre Wartung anstatt von einem besonderen Maschinisten von den Wagenführern mit übernommen wird.

Wegen der guten Betriebserfahrungen sind von der preußisch-hessischen Staatseisenbahn noch weitere 57 Akkumulatorenwagen in Auftrag gegeben.

Herausgegeben von Professor Dr.-Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Fig. 3. Gleichstromlokomotive der New York Central and Hudson River R. R.

Fig. 4

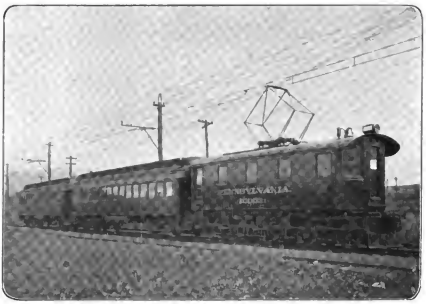
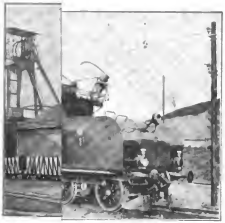


Fig. 6. Wechselstromlokomotive der Pennsylvania R. R.



notive Nr. 1, Seebach—Wettingen.

Fig. 10. Wechselstromlokomotive Nr. 3, Seebach—Wettingen.

Tafel VI.

Leistung	Gewicht und Zugkraft	Geschwindigkeit
Schnellzugslokomo- ; 2 × 450 = 900 PS Güterzugslokomotive × 390 = 780 PS Leistungsfähigkeit bis das Doppelte selbst — 30% Spannungs- l durch Versuche er- en. Die Lokomotiven indem jetzt ständig v 400 t Wagengew.	Reibungsgewicht: 42 t Gesamtgewicht: 62 t Konstante Zugkraft 8500 kg bei 60 ÷ 70 km/St. 6000 kg bei 30 ÷ 35 km/St.	64 u. 32 km/St. Größte Geschwindigkeit
ndenleistung der omotive: 900 PS, übergehend das fache = 2250 PS	Reibungsgewicht: 42 t Gesamtgewicht: 62 t (Dampflok. gleich. Leistg. hat 45 t Reibungsgew. u. 103 t Gesamtgew.) Größte Zugkraft: 9000 kg als Güterzugslok. (400 t Zuggew.), 7500 kg als Personenzugslok. (300 t Zuggew.)	35 km/St. als Güterzugslokom. 70 km/St. als Personenzugslokomotive
2220 PS	Gewicht: 86 000 kg Größte Zugkraft: 14 500 kg	Größte: etwa 100 km/St.
tundenleistung: × 250 = 1000 PS	Gewicht: 86 000 kg Größte Zugkraft: 6050 kg	Größte: 100 km/St.
tundenleistung: × 150 = 450 PS	Gewicht: 45 t Größte Zugkraft: 11 250 kg	Größte: 48 km/St.
tundenleistung: × 505 = 2020 PS	Gewicht: 140 t Größte Zugkraft: 9050 kg	Größte: 118 km/St. (145 km/St. erreichte größte Geschwindigk.)
Stundenleistung: 4 × 160 = 640 PS Zuggewichte von ÷ 300 t auf maximal 5‰ zu befördern	Reibungsgew.: 55 t Größte Zugkraft: 15 000 kg beim Anfahren	Größte: 30 km/St.
× 110 = 330 PS	Reibungsgewicht = Gesamtgewicht = 30 t Größte Zugkraft 6000 kg am Radumfg.	1 : 00 45 km/St. (später nach Änderung der Zahnradübersetzung 65 km/St.), bei 10‰ 24 km/St.
Rund 440 PS	Reibungsgewicht: 42 t	Rund 50 km/St.
225 = 1350 PS normal	Gesamtgew.: rund 70 t Zugkraft. Bei Beanspruchung der Motoren mit ihrer zulässigen Höchstleistung 10000 kg bei 55 km/St.	Größte: 90 km/St.

nd Verlag von R. Oldenbourg in München u. Berlin.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet
ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL

PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8

FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.

Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Eugen EICHEL-Berlin, Beratender Ingenieur; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Penne; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRUGER-Mailand; L. C. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PRICHELMAYER-Wien; Prof. RINDT-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPANGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VÁLATIN-Budapest; Prof. VIEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **24. Oktober 1908.** **Heft 30.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zusendung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36 maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Über die Einführung des elektrischen Zugbetriebes auf Vollbahnen. Von E. Frischmuth, Berlin. S. 397. (Mit Tafel VI.) — Zeitschriftenschau. S. 613.

Über die Einführung des elektrischen Zugbetriebes auf Vollbahnen.

Von E. Frischmuth, Berlin.[1]

(Mit Tafel VI.)

A. Einleitung.

Vor 25 Jahren wurde die erste elektrische Lokomotive dem Verkehr übergeben. Im Königlich sächsischen Kohlenbergwerk Zaukerode wurde im Jahre 1882 der erste elektrische Güterbetrieb mit Lokomotiven durch Siemens & Halske eingerichtet. Seit dieser Zeit hat die Lokomotive ununterbrochen die Förderung der Grubenkohlen besorgt und damit zuerst den Beweis erbracht, daß eine elektrische Lokomotive nicht nur betriebssicher, sondern auch ebenso dauerhaft ist als ihre Rivalin, die Dampflokomotive. Heute sind annähernd 100000 elektrische Motorwagen und Lokomotiven mit Millionen Pferdestärken Gesamtleistung im öffentlichen Verkehr.

Nach den Erfolgen, die vorzugsweise mit Straßenbahnen erzielt wurden, ist es wohl berechtigt, daß die Elektrotechniker darnach streben, die Anwendung der Elektrizität im Verkehrswesen zu erweitern. Das erstrebenswerte Ziel ist die allgemeine Einführung des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen, zu dem der Anfang bereits gemacht ist.

Der Wettbewerb der Elektrizität mit dem Dampf ist nicht im entferntesten zu vergleichen mit dem Wettbewerb zwischen Pferdebetrieb und elektrischem Betrieb. Beim Dampfbetrieb haben wir es mit einer hochentwickelten Maschine zu tun, die überdies auch noch einen verhältnismäßig guten Wirkungsgrad besitzt. Außerdem handelt es sich bei der Umwandlung der Vollbahnen um Aufwendung von Riesensummen, so daß es wohl zu verstehen ist, wenn die Staatseisenbahnen nicht ohne Weiteres zum elektrischen Betriebe übergehen. Dies kann ja nur unter der Bedingung geschehen, daß die Umwandlung einen wirklichen Fortschritt bedeutet sowohl in betriebstechnischer als auch in wirtschaftlicher Hinsicht. Was auf diesem Gebiete bereits geleistet ist und welche Bedingungen hierzu zu erfüllen sind, darüber soll nachstehend berichtet werden.

Vor allem sind zur Erzielung neuer Leistungen Grundlagen notwendig, die in zuverlässigem Umfange zu sammeln, nur an Hand praktischer Ausführung möglich ist. Dagegen sind alle Vorausberechnungen über Betriebs- und Unterhaltungskosten nur annähernd richtig. Selbst die Brauchbarkeit der neuen Einrichtungen läßt sich keineswegs mit Sicherheit voraussehen, weil all die mannigfaltigen Beanspruchungen des Betriebes sich bei der Vorausberechnung nicht voll in Betracht ziehen lassen. Und so ist jeder Schritt nach vorwärts mehr oder weniger ein Sprung ins Ungewisse. Man muß sich daher für die ersten Anwendungen neuer Betriebsarten solche Bahnen heranssuchen, bei welchen die Wahrscheinlichkeit eines Erfolges am größten ist, und deshalb trat man zuerst mit dem Dampfbetriebe auf Stadt- und Vorortbahnen in Wettbewerb.

B. Grundlagen.

Der Stadtbahnbetrieb ist ein Mittelding zwischen dem Straßenbahn- und dem eigentlichen Vollbahnbetrieb. Für ihn kommt ein wesentlicher Unterschied zur Geltung, der zwischen jedem elektrischen Betriebe und dem Dampfbetriebe darin besteht, daß ersterer auch bei kleinen Leistungen mit hohem Wirkungsgrad arbeitet. Elektrische Kraftübertragungen haben einen Gesamtwirkungsgrad von 70% und mehr. Nimmt man also für den elektrischen Betrieb Kraftwerke mit großen Dampfmaschinen (Dampfturbinen) und großen Stromerzeugern an, so wird man selbst an den entfernten Verteilungspunkten bei kleinen Leistungen mit 10 kg Dampf pro PS-St. auskommen, während bei direkter

[1] Nach einem Vortrage, gehalten am 23. Januar 1908 im elektrotechnischen Verein zu Dresden.

Fig. 650. Lageplan der elektrischen Bahnen in dem Staate Ohio, Indiana und Michigan.

Erzeugung der Arbeit mit Dampf das Doppelte und mehr verbraucht wird.

So liegen die Verhältnisse im Stadt- und Vorortbetriebe. Den Bedürfnissen des Publikums entspricht ein möglichst häufiger Verkehr der Züge, also eine große Zugfolge mit kleinen Zugseinheiten. Wollte man nun eine Dampflokomotive vor einen Zug von 1 oder 2 Wagen spannen, so würden die Betriebskosten nicht wesentlich geringer sein als wenn die drei- oder vierfache Zahl der Wagen zu befördern ist. Anders ist dies bei elektrischem Betriebe; weil dieser auch bei kleinen Einheiten wirtschaftlich arbeitet, ist er weit geeigneter für den eine häufige Zugfolge erheischenden Stadt- und Vorortverkehr.

Wie steht es nun mit den Leistungen auf diesem Gebiete?

1. Die Vorteile des Motorwagenbetriebes auf Stadt- und Vorortbahnen

sind frühzeitig erkannt. So wurde z. B. bereits im Jahre 1880 der Entwurf einer elektrischen Hochbahn für Berlin seitens der Firma Siemens & Halske den Behörden vorgelegt, während der Betrieb erst 22 Jahre später, im Jahre 1902, eröffnet wurde. Auf der jetzigen Hoch- und Untergrundbahn wird der Betrieb mit Zügen geführt, die aus Motor- und Anhängewagen zusammengesetzt sind und vom Führerstand des vordersten Wagens aus gesteuert werden. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 50 km in der Stunde, die mittlere zwischen zwei Haltstellen 33 km, die größte Anfahrbeschleunigung 0,7 m/Sek.; die Leistung eines 4-Wagenzuges beim Anfahren beträgt 800 PS, beim 6-Wagenzug 1200 PS, also ebensoviel als bei einer normalen Dampflokomotive für Personenzüge.

In Amerika ist die Bedeutung des elektrischen Betriebes für Stadt- und Vorortbahnen noch weit mehr gewürdigt worden als bei uns, jedenfalls hat man sich die Vorteile dort schneller zunutze gemacht.

Allerdings liegen die Verhältnisse in Amerika für solche Unternehmungen sehr viel günstiger als bei uns. Die schnelle Entwicklung des Landes, die große Entfernung der Orte voneinander und der Mangel an geeigneten Fahrstraßen machen die Einführung von Verbindungsbahnen nach allen Punkten zur Notwendigkeit. Grund und Boden sind billig zu haben und einschränkende Bestimmungen werden von Seiten der Behörden selten auferlegt. So fahren die Überlandbahnen fast in der Regel mit Geschwindigkeiten von 100 km und können den Wettbewerb mit dem Dampfbetriebe besser aufnehmen als bei uns.

So haben die elektrischen Bahnen und namentlich die Städteverbindungsbahnen in den letzten Jahren eine riesige Ausdehnung erlangt. Die nebenstehende Karte zeigt die elektrischen Bahnen in dem Staate Ohio, Indiana und Michigan (Fig. 650). Von den insgesamt in diesen Staaten befindlichen Eisenbahnen sind 7500 km elektrische und 13000 km Dampfbahnen. Man kann heute von Cincinati bis nach Detroit elektrisch fahren, also auf einer Strecke von ca. 500 km.

Los Angeles, eine Stadt von ca. 250000 Einwohnern im Süden von Californien, besitzt an Straßen- und Vorortbahnen insgesamt ca. 1000 km Streckenlänge, eingleisig gerechnet.

In Deutschland sind nur verschwindend wenig Städte verbindende Bahnen vorhanden. Als die erste elektrische Überlandbahn wurde im Jahre 1898 die Nebenbahn von Düsseldorf nach Krefeld von Siemens & Halske ausgerüstet, und zwar mit Motorwagen und Anhängewagen für Gleichstrom von 650 Volt Spannung und 50 km Fahrgeschwindigkeit.

Als Stadt- und Vorortbahnen folgten: die von Siemens und Halske erbaute erste elektrische Untergrundbahn in Budapest, Betriebseröffnung 1896; der elektrische Vorortbetrieb Berlin—Lichterfelde—Ost von der Union-Elektrizitäts-Gesellschaft eingerichtet; die elektrische Vollbahn von Köln nach Bonn von Siemens & Halske eingerichtet, Betriebseröffnung 11. Januar 1906 (Fig. 651) und die elektrische Stadtbahn von Hamburg nach Altona, Betriebseröffnung 1907, gemeinschaftlich von A. E. G. und S. S. W. eingerichtet.

Die Vorteile des elektrischen Betriebes für Stadt- und Vorortbahnen gegenüber dem Dampfbetriebe sind also heute durch Beispiele bekannt. Neue Bahnen dieser Art werden von vornherein für elektrischen Betrieb eingerichtet, während an der Umwandlung bestehender gearbeitet wird. Der Elektrizität ist es hier verhältnismäßig schnell gelungen, das Feld dem Dampf streitig zu machen.

Wesentlich ungünstiger liegen die Verhältnisse beim eigentlichen Vollbahnbetriebe.

Wie steht es hier mit den bisherigen Leistungen?

2. Vollbahnbetrieb mit Motorwagen oder Lokomotiven.

Hier fehlt es zunächst an geeigneten Versuchsausführungen, bei denen der Nachweis der betriebstechnischen und wirtschaftlichen Berechtigung des elektrischen Betriebes erbracht werden kann. Unsere Vollbahnen gehören fast ausnahmslos dem Staate, der mit Rücksicht auf vielerlei Bedenken sich nicht so leicht dazu entschließen kann, um mäßiger Vorteile willen, den bewährten Dampfbetrieb zu verlassen und zum elektrischen Betrieb überzugehen. Es fehlt auch bei den Vollbahnen an Konkurrenz, welche noch immer den Fortschritt beschleunigt hat.

Im Auslande ist man mit Vollbahnen schon etwas weiter vorwärts gekommen. In Italien wird die Bahn von Lecco nach Collico und Sondrio elektrisch betrieben. Betriebseröffnung 1902. Gegenwärtig wird die Linie des Giovi durch den Giovitunnel (Pontedecimo—Bussala) für elektrischen Betrieb umgebaut. In der Schweiz wird

Burgdorf—Thun, der Simplontunnel und die Linie Seebach—Wettingen elektrisch betrieben. In England hat die Midland Railway die Strecke Heysham—Morcambe für elektrischen Betrieb umgebaut. In Schweden sind umfassende Versuche mit elektrischen Vollbahnlokomotiven auf der Strecke Tomptebodа—Värtan vorgenommen worden. In Amerika findet die Einführung der Vollbahnzüge in die Stadt New York durch elektrische Lokomotiven statt, und zwar bei der New York-Zentral und New York, New Haven und Hartford Railway Co. Auch die Pensylvania Railway Co. geht dazu über, die Einführung ihrer Züge in New York elektrisch zu betreiben. Überhaupt sollen innerhalb New York, entsprechend einem Beschluß der Behörde, die Dampflokomotiven vollständig durch elektrische ersetzt werden. Von sonstigen elektrischen Vollbahnen in Amerika sei noch die Spokane and Inland Railway Co. erwähnt. Alles dies sind noch

der mit 70 kg Dampf pro qm Heizfläche beansprucht werden kann. Bei einer Heizfläche einer modernen Schnellzugsmaschine von 250 qm gibt das 17 500 kg Dampf pro Stunde und bei einem Dampfverbrauch von 10 kg PS-St. erhalten wir eine Leistung von 1750 PS. Eine solche Maschine mit 3 angetriebenen Achsen wiegt betriebsfertig einschließlich Kohle und Wasservorrat 130 t bei 48 t Reibungsgewicht und kann durch einen Heizer noch bedient werden. Eine gleichwertige elektrische Lokomotive, alle 4 Achsen angetrieben, wiegt 70 t. Unter der Voraussetzung der gleichen Gesamtleistung ist die elektrische Lokomotive wegen ihres größeren Reibungsgewichtes überlegen und vermag schwerere Züge zu befördern als die Dampflokomotive. Das Drehmoment der elektrischen Lokomotive ist nahezu gleichmäßig, während dasselbe bei den Dampflokomotiven während einer Umdrehung des Treibrades zwischen 1 und 0,7

Fig. 651. Zugeinheit auf der Rheinuferbahn Köln—Bonn.

Erstausführungen, während von einer allgemeinen Anwendung der Elektrizität für Vollbahnen noch nicht gesprochen werden kann. Immerhin geben diese Ausführungen Zeugnis davon, daß der elektrische Vollbahnbetrieb alle Bedingungen zu erfüllen vermag, um vorteilhaft an Stelle des Dampfbetriebes zu treten. Wird der Dampfbetrieb mit Lokomotiven bewältigt, so wird auch der elektrische Betrieb (zum mindesten während der Übergangszeit) mit Lokomotiven bewirkt werden müssen. Später können für den Personenverkehr, namentlich zwischen den benachbarten Stationen, auch Motorwagen vorteilhaft zur Anwendung gelangen, während für den Güterbetrieb wohl immer Lokomotivbetrieb bleiben wird.

Von geeigneten elektrischen Lokomotiven für Vollbahnbetrieb steht bereits eine ganze Reihe zur Verfügung, wie aus Tafel VI zu ersehen ist.

Wo liegt nun die Grenze der Leistungsfähigkeit, bis zu welcher Lokomotiven überhaupt gebaut werden können?

3. Betrachtungen über die Leistungsfähigkeit von Dampflokomotiven und elektrischen Lokomotiven.

α) Leistungen an sich betreffend.

Bei der Dampflokomotive hängt die Leistung in erster Linie von der Ausgiebigkeit des Dampfkessels ab, schwankt. Auf dem Bahnhof Murnau (Bayern) sind vergleichende Versuche angestellt über die Zugkraft einer elektrischen und einer Dampflokomotive.

I. Dampflokomotive Nr. 9, Dienstgewicht 26 t. 3 Achsen dreifach gekuppelt, ganzes Gewicht ausgenutzt.

1. Zuggewicht 202,3 t, bei vorsichtigem Anfahren kein Schleudern der Räder.

2. Zuggewicht 221,0 t, bei vorsichtigem Anfahren Schleudern der Räder.

II. Elektrische Lokomotive der S. S. W. (Fig. 652), Dienstgewicht 20 t. 2 Achsen und 2 Motoren, also volles Gewicht ausgenutzt. Die Versuche wurden im Anschluß an die vorhergehenden am gleichen Zuge an derselben Stelle bei gleicher Witterung vorgenommen.

1. Zuggewicht 202,3 t, Zug fährt bereits auf Fahrstufe 1 an ohne Schleudern.

2. Zuggewicht 261,5 t, Zug fährt erst bei Stufe 3 an und die Räder beginnen in geringem Maße (kaum sichtlich) zu schleudern.

Da bei beiden Fahrzeugen das volle Dienstgewicht ausgenutzt war, geht also aus Voranstehendem hervor, daß die Dampflokomotive mit 26 t bereits bei 221,0 t Zuggewicht, die elektrische Lokomotive mit 20 t erst bei 261,5 t Zuggewicht schleudert, also die elektrische Loko-

motive nur $20 \cdot \frac{221{,}0}{261{,}5} = 17$ t zu wiegen braucht, um gleichfalls schon bei 221,0 t Zuggewicht zu schleudern. Die Dampflokomotive muß also $\frac{26}{17} = 1{,}53$ mal schwerer sein als eine Wechselstromlokomotive gleicher Leistung.

Wichtig ist die Frage, wie die Verhältnisse sich gestalten, wenn noch größere Leistungen beansprucht werden. Als Beispiel für die maximale Leistung möchte ich die Gotthardbahn annehmen. Die maximale Anhängelast eines Personen- und Schnellzuges beträgt dort 400 t und es ist erstrebenswert, die Steigung von $26\,‰$ mit 60 km gegen jetzt 40 km hinaufzufahren. Es ergibt sich eine Leistung von rund 3000 PS für die Anhängelast von 400 t und eine maximale Zugkraft am Zughaken von 13200 kg. Die zulässige Beanspruchung des Zughakens ist für die europäischen Bahnen mit rund 10 t

Motoren angetrieben werden, so ist die von dieser Lokomotive in Betracht kommende Gesamtzugkraft 10 t plus dem Eigenwiderstand der Lokomotive. Der letztere wird ungefähr 3 t betragen. Das gibt 13 t Zugkraft, für welche das Reibungsgewicht 91 t sein müßte.

Die Gesamtleistung der Lokomotive müßte 3000 PS betragen, das gibt 6 Motoren zu je 500 PS. Diese Leistung läßt sich bei entsprechender Ausbildung der Motoren sehr wohl erreichen.

Wir sehen, welche bedeutende Überlegenheit die elektrische Lokomotive gegenüber der Dampflokomotive haben kann. Es könnte nun eingewandt werden, daß es nicht nötig sei, die Strecken von $26\,‰$ mit 60 km Geschwindigkeit pro Stunde zu befahren. Bei einer so teueren Bahnanlage, wie die Gotthardbahn, kommt es aber vor allem darauf an, die Anlage so gut wie möglich auszunutzen in der Weise, daß die Fahrgeschwindigkeiten so hoch genommen wer-

Eisenbahnen Deutschlands 1898 bis 1904.
Betriebsmittel und deren Leistungen.

Im Etatsjahr	Lokomotiven und Motorwagen Anzahl	Länge der durchgehenden Bahn km	Länge der durchgehenden Gleise km	Leistungen der Lokomotiven und Motorwagen: Lokomotivkilometer im ganzen Millionen	Lokomotivkilometer durchschnittlich 1 Lokomotive	Bruttotonnenkilometer im ganzen Millionen	Bruttotonnenkilometer auf 1 km Bahn	Bruttotonnenkilometer auf 1 km Gleis Sp 7 Sp 4	1 Lokomotive Sp 7 Sp 2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1898	17 272	47 799	65 653	679,9	39 366	127 019	2 657 948	1 934 708	7 354 093
1899	17 983	48 869	66 836	718,3	39 944	134 970	2 761 846	2 019 411	7 509 712
1900	18 708	49 696	68 178	761,4	40 696	142 212	2 861 633	2 085 881	7 601 504
1901	19 432	50 771	69 656	783,7	40 333	141 908	2 794 703	2 037 263	7 302 640
1902	20 006	51 741	70 942	800,8	40 028	148 125	2 862 816	2 087 951	7 399 037
1903	20 534	52 549	72 262	848,5	41 324	158 251	3 011 483	2 189 947	7 706 635
1904	21 191	53 575	73 596	904,0	42 662	168 370	3 146 417	2 290 479	7 934 806

Spalte 2 bis 8 entnommen der deutschen Reichseisenbahnstatistik.

begrenzt. In unserem Falle würde die Lokomotive 2300 PS bei 10 t Zugkraft und 60 km Fahrgeschwindigkeit auf der Steigung von $26\,‰$ am Zughaken zu leisten haben, während für den Rest von 3200 kg Zugkraft eine Schiebelokomotive zur Anwendung gelangen müßte. In einer Lokomotive läßt sich jedoch eine solche Leistung nicht mehr unterbringen. Es müssen also 2 Lokomotiven vorgespannt werden. Das Gewicht zweier passender Lokomotiven würde betriebsfertig 200 t betragen, also $50\,\%$ des Nutzgewichts. Tatsächlich werden die schwereren Gotthardzüge schon heute bei der kleineren Geschwindigkeit mit 2 Maschinen an der Spitze und einer am Ende des Zuges gefahren. Nehmen wir für eine elektrische Lokomotive das Gewicht von 100 t an, verteilt auf 6 Aehsen, welche sämtlich durch

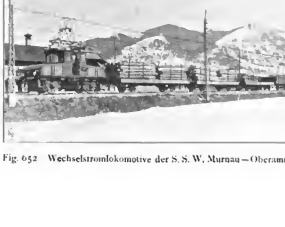


Fig. 652. Wechselstromlokomotive der S. S. W. Murnau—Oberammergau.

den, als es die Betriebssicherheit nur irgend zuläßt. — In der Ebene sind zur Zeit die Anforderungen an die Lokomotiven nicht so bedeutend. Aber auch hier werden die Anforderungen steigen. Die nebenstehende Tabelle zeigt das Anwachsen der Verkehrsleistungen in den Jahren 1895 bis 1905 für die deutschen Eisenbahnen und, daß die Leistungen der Vollbahnen noch fortlaufend in der Steigerung begriffen sind. Da die Schaffung neuer Bahnen mit der Zeit immer schwieriger und kostspieliger wird, so bleibt daher nur übrig, dem steigenden Verkehr in erster Linie dadurch Rechnung zu tragen, daß man die bestehenden Bahnen leistungsfähiger macht, einerseits, indem man die Fahrgeschwindigkeiten hinaufsetzt, anderseits die Züge schwerer macht. Beides bedingt aber größere Zugkräfte und daher schwerere Lokomotiven.

β) Betrieb und Unterhaltung betreffend.

Außer der höheren Leistungsfähigkeit gibt es noch andere Punkte, in welchen die elektrische Lokomotive Vorteile für sich beansprucht. Die Dampflokomotive muß nach einer bestimmten Wegstrecke Wasser und Kohle aufnehmen, sie muß dem Betrieb entzogen werden, um die Schlacken aus der Feuerung zu entfernen. Innerhalb regelmäßiger Zeitabschnitte von 1 bis 2 Wochen muß die Maschine vollständig ausgewaschen werden, die Reparaturen der Maschine sind ebenfalls zeitraubend, namentlich die Kesselreparaturen, so daß die Lokomotive dann längere Zeit dem Betrieb entzogen werden muß. Für die elektrische Lokomotive kommen alle diese Punkte kaum oder gar nicht in Betracht, sie kann im Gegenteil zehntausende von Kilo-

metern zurücklegen, ohne einen nennenswerten Zeitverlust durch eine Revision. Die durchschnittliche Leistung der Lokomotive auf den deutschen Eisenbahnen beträgt im Jahre 40000 km. Dem steht die Erfahrung gegenüber, daß z. B. beim Betriebe der elektrischen Hoch- und Untergrundbahn in Berlin jeder Motorwagen durchschnittlich seit der Inbetriebsetzung im Jahre 70000 Wagen-km zurücklegt. Bei der Köln-Bonner Kreisbahn entfallen auf jeden Motorwagen sogar ca. 100000 km jährlich. Natürlich hängen die durchlaufenen Kilometer nicht allein von der Einrichtung der Maschinen, sondern auch sehr wesentlich vom Fahrplan ab. Immerhin kann doch mit Sicherheit angenommen werden, daß die elektrischen Lokomotiven eine größere Anzahl, mindestens 30% mehr an Kilometern im Jahre zurücklegen werden, als die Dampflokomotiven es tun und hieraus ergibt sich ein geringerer Reserve- und Reparaturstand.

Fig. 653. Schnellbahnlokomotive.

γ) Konstruktion betreffend.

Was die konstruktive Durchbildung der elektrischen Lokomotive anbelangt, so möchte ich hervorheben, daß zurzeit ein zutreffender Vergleich noch nicht gezogen werden kann. Es ist anzunehmen, daß die elektrischen Lokomotiven im Laufe der Zeit noch mehrfache Umänderungen erfahren werden, damit sie mit Rücksicht auf die Bedürfnisse des Betriebes sich als noch zweckmäßiger herausstellen. Jedenfalls kann wohl mit Sicherheit angenommen werden, daß die Vervollkommnung der elektrischen Lokomotive, was ihre konstruktive Durchbildung anbelangt, nach der gleichen Anzahl von Entwicklungsjahren mindestens ebenso hoch kommen wird als es heute bei den Dampflokomotiven der Fall ist, während eine nennenswerte Steigerung des Wirkungsgrades der elektrischen Motoren kaum noch erwartet werden kann. Was die Konstruktion der elektrischen Lokomotive im einzelnen anbelangt, so stehen sich zwei Typen gegenüber. Die eine entspricht der Schnellbahnlokomotive von Siemens & Halske mit Führerstand in der Mitte und nach vorn und hinten abgeschrägtem Kasten (Fig. 653). Die andere enthält einen vollständigen Wagenkasten und ähnelt also mehr dem Motorwagen. Beide Arten haben ihre Vor- und Nachteile. Während die erstere für die Strecke übersichtlicher ist, da der Führer nach beiden Seiten hinaussehen kann und durch nichts behindert wird, muß die Unterbringung der Apparate in den niedrigeren und schwerer zugänglichen Räumen bewerkstelligt werden. Ein Durchgang von der Lokomotive nach dem angehängten Wagenzuge ist schwer möglich. Bei dem wagenkastenförmigen Ausbau der elektrischen Lokomotive (Type Seebach-Wettingen Fig. 9, Tafel VI) ist die Übersicht für Rangierbewegungen etwas erschwert, dafür können aber die Apparate bequemer und zugänglicher angeordnet werden, auch ist eine unmittelbare Verbindung zwischen der Lokomotive und den Wagen möglich. Ein Mittelding zwischen diesen beiden Typen ist die Lokomotive der New York-Central. Bei dieser sind die vorderen Teile des Kastens an beiden Enden schmäler gehalten, so daß der Führer noch einen Ausblick auf die Strecke erhält. In dem vorderen Teile sind die Schalter untergebracht und es bleibt auch der mittlere Durchgang gewahrt (Fig. 3, Tafel VI).

Für die Steuerung der Lokomotive sind zwei Systeme in Anwendung, das mechanische und das rein elektrische. Bei der mechanischen Steuerung wird eine Schaltwalze von Hand oder unter Vermittlung einer pneumatischen Steuereinrichtung betätigt. Als Beispiel hierfür dient die bekannte Schnellbahnlokomotive der Versuchsbahn Marienfelde-Zossen und die Lokomotive der Valtellinabahn. Die elektrische Steuerung erfolgt nach dem System der Vielfachsteuerung, bei welcher jeder Schalter durch Elektromagnete betätigt wird, welche ihrerseits durch einen kleinen Führerschalter mit Schwachstrom erregt werden. Bei Wechselstrombahnen kommt noch die Steuerung durch einen drehbaren Zusatztransformator hinzu. Der Antrieb dieser Zusatztransformatoren kann ebenso von Hand wie pneumatisch mit Luftdruck erfolgen. Auch läßt sich die Einrichtung so treffen, daß die Transformatoren zweier Lokomotiven von einem Führerstand pneumatisch bedient werden können, also durch eine Art pneumatischer Vielfachsteuerung. Lokomotiven mit Zusatztransformatoren sind bei der schwedischen Versuchsbahn und in Seebach-Wettingen in Betrieb gekommen. Welche Art der Steuerung die beste ist und welche die größten Vorteile bei größter Einfachheit und Betriebssicherheit bietet, darüber können erst die späteren Erfahrungen Aufschluß geben.

4. Systeme der Stromzuführungsanlagen.

Eine sehr wichtige Frage des elektrischen Vollbahnbetriebes ist die nach dem System der Arbeitsübertragung und der damit in engem Zusammenhange stehenden Art der Stromzuführungsanlage.

Da ein Akkumulatorenbetrieb für Vollbahnlokomotiven aus naheliegenden Gründen nicht in Frage kommen kann, so bleibt nur die Energiezuführung von außen her, d. i. die unmittelbare Stromzuführung durch eine Leitung, übrig und müssen wir uns mit diesem notwendigen Übel abfinden.

Es ist aber geboten, die begreifliche Abneigung der Bahnfachleute gegen die Stromzuführungsleitung durch eine möglichst zweckentsprechende, allen Bedürfnissen des Betriebes Rechnung tragende Anordnung und die sorgfältigste Ausführung zu beseitigen.

Für die Wahl der Art der Stromzuführung ist das Stromsystem von ausschlaggebender Bedeutung. Am einfachsten wäre es, wenn man die bisher auf Straßen-, Vor- und Stadtbahnen bewährte Gleichstromzuführung auch für Vollbahnen anwenden könnte. Doch auch hier gibt es schon zwei Systeme, nämlich die Oberleitung und die Leitung als dritte Schiene. Letztere ist allerdings vorzugsweise nur bei Stadt- und Vorortbahnen zur Anwendung kommen. Auf den ersten Blick erscheint die dritte Schiene wohl am meisten geeignet für eine Eisenbahnstromzuführung, sie hat eine große mechanische Festigkeit, gestattet eine einfache und kräftige

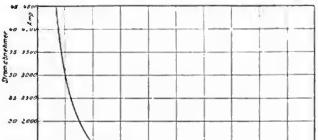


Fig. 654. Abhängigkeit des Stromes von der Spannung bei 3000 KW Leistungsentnahme.

Stromabnehmerkonstruktion und ist verhältnismäßig einfach zu montieren und zu unterhalten. Leider ist sie für den elektrischen Vollbahnbetrieb trotz dieser Vorteile nicht in vollem Maße geeignet aus folgenden Gründen:

Die Höhe der Betriebsspannung ist eng begrenzt. Alle derartigen Anlagen mit dritter Schiene sind für 600 ÷ 660 Volt ausgeführt mit Ausnahme der Berliner Hoch- und Untergrundbahn, welche 800 Volt hat. Die Begrenzung der Spannung nach oben ist mit Rücksicht auf die geringe Isolationsmöglichkeit und die Gefährdung für das Streckenpersonal geboten, die dritte Schiene erschwert ferner die Unterhaltung der Gleisanlage erheblich und ist der Gefahr des Verschneiens und Vereisens ausgesetzt. Außerdem ist die dritte Schiene ziemlich kostspielig in der Herstellung wegen der vielen Isolatoren und schließlich nur für Gleichstrom anwendbar, weil bei Verwendung von Wechselstrom der Widerstand viel zu hoch ausfällt, so daß man doch noch eine Kupferleitung würde daneben legen müssen. Es bleibt somit nur die Oberleitung übrig, gegen welche die Eisenbahnfachleute zum Teil sich auch heute noch sträuben. Diese hat für Straßenbahnen eine fast ausschließliche Verwendung gefunden und ist heute in vorzüglicher Weise durchgebildet. Für Vollbahnen ist die gewöhnliche Oberleitung aber auch nicht unmittelbar geeignet. Zwei Punkte sind von einschneidender Bedeutung, nämlich die zu übertragenden Energiemengen und die Geschwindigkeit des Stromabnehmers.

Ein gewöhnlicher Straßenbahnwagen braucht beim Anfahren 100 Amp. bei 500 Volt Spannung, also 50 KW, dabei genügt für die Fahrleitung ein Kupferdraht von 50 qmm Querschnitt. Wählen wir als Beispiel eines schweren Vollbahnzuges wieder die Gotthardbahn, so werden hier rund 3000 KW gebraucht, also bei 500 Volt 6000 Amp. Es müßte bei gleicher Zugfolge wie im Straßenbahnbetriebe eine Leitung von $\frac{6000}{100} \times 50 =$ 3000 qmm Querschnitt, also eine Eisenbahnschiene aus Kupfer genommen werden. Die Kosten einer solchen Stromzuführung würden gar nicht zu erschwingen sein und es müssen andere Wege eingeschlagen werden, um die Oberleitung für Vollbahnen geeignet zu machen.

Für die Höhe des Anlagekapitals sind allein maßgebend die zu führenden Stromstärken. Aus der zu übertragenden Energiemenge ergibt sich die Spannung, wie dies ja bekannt ist. Das Bild (Fig. 654) zeigt die Abhängigkeit des Stromes von der Spannung bei einer Energiemenge von 3000 KW.

Über die Betriebskosten, die Lebensdauer und über die Betriebssicherheit bei Straßenbahnoberleitungen liegen ausreichende Erfahrungen vor. Diese sind für Vollbahnen ohne weiteres zu verwerten, wenn man die Leitung unter denselben Bedingungen arbeiten läßt wie bei Straßenbahnen, d. h. die Stromstärke nicht größer wählt als es bei Straßenbahnen üblich ist. Man muß zwar zu hohen Spannungen greifen und etwas höhere Kosten für Isolation aufwenden, doch wird die Anlage bei weitem billiger als die enormen Kosten des Leitungsmaterials bei großen Leitungsquerschnitten ausmachen.

Es ist dann notwendig, die Hochspannung direkt in die Fahrleitung zu führen und die Transformatoren auf den Lokomotiven unterzubringen, wie dies von Siemens & Halske bei einer der ersten Hochspannungsfahrleitung (Fig. 655) in der Teltowerstraße-Groß Lichterfelde-Zehlendorf im Jahre 1897 zur Ausführung gekommen war. Es gelangte Drehstrom von 10000 Volt Spannung zur Übertragung. Von der Anordnung versprach man sich besonderen Vorteil.

Beim Betriebe stellt sich bald heraus, daß bei größeren Geschwindigkeiten und längeren Spannweiten die Rute an den Aufhängepunkten der Leitung nicht zu folgen vermochte und der Kontakt unterbrochen wurde. Mangels einer geeigneten Verschiebung der Lage des Fahrdrahtes senkrecht zur Schleifrichtung wurde die Rute stark abgenutzt und sehr bald durchgesägt. Man ging infolgedessen dazu über, die Leitungen durch die Stromabnehmer von der Seite zu bestreichen; und diese Anordnung der ersten Versuchsanlage ist dann die Grundlage zu der späteren bekannten Leitungsanlage für die Schnellbahn (Fig. 656) von Marienfelde bis Zossen gewesen, bei der Geschwindigkeiten von 210 km erzielt und Energiemengen von 3000 PS bei 11000 Volt Spannungen übertragen wurden.

Es ist von vielen Seiten der Fahrleitung für die Schnellbahn zum Vorwurf gemacht worden, daß bei derselben eine Lösung der Weichenfrage nicht stattgefunden habe oder gar nicht erst versucht worden sei. Die seitlich angeordnete Schnellbahnleitung verhält sich in Bezug auf die Anlage von Weichen genau so, wie eine hochgelegte dritte Schienenleitung; bei beiden muß die Fahrleitung an den Weichen unterbrochen werden, damit die Betriebsmittel frei hindurchgehen können. Die Weichenfrage war also bei der Schnellbahnleitung genau so gut oder schlecht gelöst wie bei der Leitungsanordnung mit

[1]) Die Maschinenfabrik Oerlikon hat diese Art der Seitenleitung für Wechselstrombahnen weiter ausgebildet und brauchbare Ergebnisse erzielt.

Fig. 655. Erste Ausführung einer Hochspannungsfahrleitung auf der Versuchsbahn Teltowerstraße – Großlichterfelde – Zehlendorf.

dritter Schiene. Beide Stromzuführungsarten sind in dieser Beziehung etwas mangelhaft.

Es ist nun festgestellt, daß nur die Anwendung hoher Spannungen die Herstellung von Vollbahnfahrleitungen als Oberleitung möglich macht und müssen wir nun noch untersuchen, für welche Stromart am meisten die Oberleitung geeignet ist. Es kommen hier drei Systeme in Betracht, Gleichstrom, einfacher Wechselstrom und Mehrphasenstrom (Drehstrom). Beim Hochspannungsgleichstrom ergeben sich für die Ausführung der Leitungsanlage keinerlei Schwierigkeiten. Eine Hochspannungsgleichstrom-Übertragung ist billiger und betriebssicherer als jede andere von gleicher Spannung, billiger wegen der besseren Ausnutzung des Kupfermaterials und des Fortfalls des induktiven Spannungsverlustes, betriebssicherer wegen weit geringerer Überspannungserscheinungen.

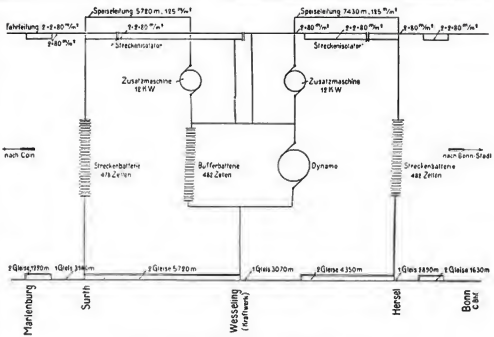


Fig. 657. Schaltungsschema der Rheinuferbahn.

Die Leitung mit hochgespanntem Gleichstrom würde die beste Vollbahnfahrleitung sein, leider können wir mit dieser Leitung nicht viel anfangen, weil es zurzeit noch keine Dynamomaschinen gibt, die die erforderliche Gleichstromhoehspannung erzeugen. Als Beispiel einer Personenbahn mit Gleichstromhoehspannung ist die mit 1000 Volt betriebene Rheinuferbahn von Köln nach Bonn anzusehen (Fig. 657).

Fig. 656.
Hochspannungsfahrleitung der Schnellbahn.

Köln-Bonn.

Länge der Bahn: 28,3 km mit 16 Haltestellen.

Kraftwerk: annähernd in der Mitte 2 Generatoren à 350 KW bei 1000 Volt, Pufferbatterie 330 Amp.St., 1 Piranimaschine, 2 Zusatzmaschinen je 12 KW bei 150 Volt (1 in Reserve) zum Aufladen der Streckenbatterien.

Streckenbatterien: in Sürth und in Hersel 5,7 km bzw. 7,4 km vom Kraftwerk entfernt je 330 Amp.St.

Speiseleitungen: vom Kraftwerk nach jeder Batteriestation eine Leitung von 125 qmm.

Fahrleitung: auf freier Strecke 1000 Volt, in den Städten Köln und Bonn 550 Volt. Fahrdraht 2 × 80 qmm für jedes Gleis.

Zugbildung: 2 Motorwagen und 1 bis 2 Anhängewagen mit zusammen 190 bis 260 Personen, Zuggewicht 108 t.

Größte Fahrgeschwindigkeit: 80 km/St.

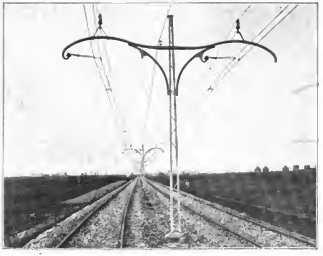


Fig. 658.
Oberleitung der Rheinuferbahn.

Motorwagen: Ausrüstung mit 2 Gleichstrommotoren mit Wendepolen für 1000 Volt und je 130 PS Normalleistung. Steuerung sämtlicher Motoren des Zuges durch Hüpfervielfachsteuerung.

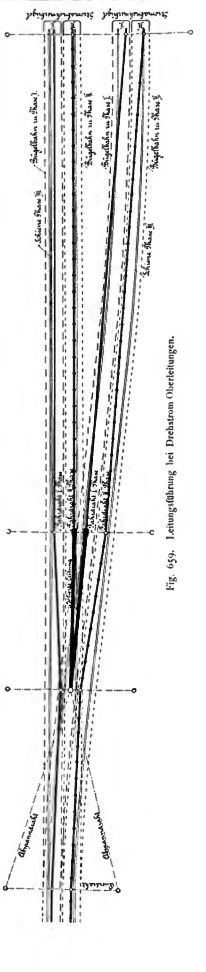
Wir sehen hier, daß bei 1000 Volt trotz der verstärkten Fahrleitung (Fig. 658) und der im Vergleich zum allgemeinen Vollbahnbetrieb geringen Leistung noch zwei Akkumulatoren-Unterwerke erforderlich waren. Bei weiterer Ausdehnung des Betriebes mit Gleichstromhochspannung entsteht die Unmöglichkeit einer betriebssicheren Stromerzeugung für höhere Spannungen als 3000 Volt. In verstärktem Maße machen sich auch diese Schwierigkeiten bei den Betriebsmitteln geltend, da die Motoren und vor allem auch sämtliche Schaltapparate für die hohen Spannungen eingerichtet werden müssen und hierzu sind schon bei 3000 Volt sehr kostspielige und große räumliche Abmessungen beanspruchende Apparate erforderlich.

Immerhin tritt auch beim Gleichstrombetrieb das Bestreben klar hervor, durch Anwendung hoher Spannung die Oberleitung für den Vollbahnbetrieb geeigneter zu machen.

Trotz seiner Vorzüge und seiner fast ausschließlichen bisherigen Verwendung im Bahnbetriebe ist nun der Gleichstrom für weitergehende Zwecke nicht mehr recht geeignet und bleibt nur noch der Wechselstrom übrig. Hier haben wir es mit zwei Stromarten zu tun, dem einfachen Wechselstrom und dem Mehrphasenstrom. Der letztere war bis vor kurzem der bevorzugtere. Die Schnellbahnversuche haben gezeigt, daß man mit Drehstromhochspannung die höchsten Leistungen für den Vollbahnbetrieb durch eine Oberleitung auch bei den größten Geschwindigkeiten übertragen kann. Leider entspricht aber eine solche Oberleitung mit ihren drei Leitungen und mangelhaften Weichen keineswegs den berechtigten Wünschen der Eisenbahnfachleute. Ganz & Co. und Brown, Boveri & Co. haben durch Anordnung zweier Fahrdrähte in der bei Straßenbahnen üblichen Aufhängungsart und Benutzung der Fahrschiene als dritte Leitung dem Drehstromsystem einige Verbreitung verschafft. Die Valtellinabahn, die Linie Burgdorf—Thun, der Simplontunnel und einige Bergbahnen sind nach dem System zur Ausführung gebracht. Die vorhandenen Drehstromhahnen sind meist für eine Spannung an den Motorklemmen von 3000 Volt eingerichtet. Es sind auch schon seinerzeit von Siemens & Halske Drehstrom-Bahnmotoren für 10000 Volt und 250 PS gebaut worden. Aber der Nachteil des Drehstrommotors beim Bahnbetrieb ist seine große Empfindlichkeit gegen Spannungsschwankungen. Das Drehmoment ändert sich bekanntlich mit dem Quadrat der zugeführten Spannung. Bei 30% Spannungsverlust hat der Motor also nur noch 50% seines Drehmoments, kann also kaum noch anfahren. Das mangelhafte Anlassen durch Widerstände oder die eine verwickelte Schaltanordnung bedingende Polumschaltung und die unzulängliche Geschwindigkeitsregulierung auf Steigungen sind weitere Nachteile des Drehstrommotors. Diese Eigenschaften würden große Kraftwerke und kostspielige Stromzuführungsanlagen bedingen. Auch beim Drehstrombetrieb von Vollbahnen mit nur zwei Leitungen würde sich die doppelpolige Oberleitung noch sehr unbequem bemerkbar machen. Auf den freien Strecken könnte man sich mit der doppelten Anzahl von Fahrdrähten ja noch abfinden, für die Weichen und Kreuzungen würde es jedoch nahezu unmöglich sein, eine allen Anforderungen entsprechende Lösung für die allgemeine Anwendung der doppelpoligen Leitungen im Vollbahnbetrieb zu finden. Die bisherigen Ausführungen bei den bestehenden Drehstromspannungen beweisen in dieser Hinsicht zu wenig. Wie Fig. 659 zeigt, beruht bei diesen die Betriebssicherheit auf der Einschaltung stromloser Stücke an den Trennungsstellen der verschiedenpoligen Fahrleitung. Diese Trennstücke müssen möglichst kurz gehalten werden. Bei den vorhandenen Drehstrombahnen für 3000 Volt Spannung bestehen die Trennstücke aus Holz und ist diese Isolationsart für diese Spannung noch gerade ausreichend, für höhere Spannungen aber unbrauchbar. Außerdem müssen die Weichen sehr genau in Bezug auf ihre Lage zu den Gleisen verlegt und im Betriebe auch erhalten werden, da andernfalls bei Berührung zweier verschiedenpoliger Leitungen durch die Stromabnehmer Kurzschlüsse entstehen.

Den Anforderungen eines ausgedehnten elektrischen Vollbahnbetriebes entspricht am meisten eine senkrecht über der Gleismitte angeordnete einfache mit einfachem Wechselstrom gespeiste Fahrleitungsanlage in Verbindung mit dem von Siemens & Halske eingeführten Bügelstromabnehmer. Nur bei dieser Anordnung ist es möglich, alle in der Fahrleitung vorkommenden Weichen, Kreuzungen, Streckenisolierungen usw. in einfacher und einwandfreier Weise zur Ausführung zu bringen.

Der einfache Wechselstrom ist für den Bahnbetrieb zuerst von Westinghouse praktisch angewandt worden. Andere Firmen sind dann in der Entwicklung des Wechselstrombahnmotors bald gefolgt. In Deutschland wurde auf Anregung des Herrn Geh. Oberbaurat Wittfeld der erste Versuch mit Wechselstrombetrieb im Jahre 1903 von der Union Elektrizitätsgesellschaft auf der 4 km langen Strecke der preußischen Staatsbahn Niederschöneweide — Spindlersfeld gemacht. Die Versuchseinrichtungen sind


Fahrleitung für Phase R
Fahrleitung für Phase S
Fahrleitung für Phase T
Schienen Phase R
Schienen Phase S
Schienen Phase T
Bügelstromabnehmer
Speiseleitung
Speiseleitung
Speiseleitung

zwar[1]) später beseitigt worden, sie haben aber doch den Erfolg gehabt, daß die Königlich Preußische Eisenbahnverwaltung auf Grund der in Spindlersfeld gewonnenen Versuchsergebnisse sich dazu entschlossen hat, die Stadt- und Vorortsbahn Blankensee—Hamburg—Ohlsdorf für elektrischen Betrieb mit einfachem Wechselstrom auszurüsten. Die erste dauernd dem öffentlichen Verkehr übergebene Wechselstrombahn in Deutschland ist die Bahn von Murnau nach Oberammergau (Fig. 660). Sie ist im Jahre 1904 von Siemens & Halske erbaut und am 1. Januar 1905 dem Betriebe übergeben worden. In den drei Jahren des

Fig. 660. Lokomotivmotorwagen der Bahn Murnau—Oberammergau.

elektrischen Betriebes hat sich der Wechselstrommotor durchaus bewährt, auch zu keinen Betriebsstörungen und anormalen Unterhaltungskosten Veranlassung gegeben, so daß man die weitere Verwendung dieser Stromart auch bei anderen Bahnen mit Beruhigung in Aussicht nehmen kann.

Bei der Bahn Murnau—Oberammergau ist die maximale Geschwindigkeit 45 km. Man konnte deshalb mit einer gewöhnlichen Oberleitung und mit gewöhnlichen Stromabnehmern auskommen. Für größere Geschwindigkeiten ist eine solche Oberleitung aber nicht brauchbar. Dem Durchhang des Drahtes entsprechend muß der Stromabnehmer während der Fahrt sich auf- und abbewegen. Während der Aufwärtsbewegung des Stromabnehmers muß eine Beschleunigung der Masse des Stromabnehmers, während der Abwärtsbewegung dagegen eine Verzögerung erfolgen. Die Pressung zwischen Fahrdraht und Bügel ist daher infolge Wechsels der Winkelgeschwindigkeit während der Fahrt fortwährenden Änderungen unterworfen, die zu starker Abnutzung Veranlassung geben kann.

Zur Vermeidung dieser Übelstände gibt es zwei Wege. Nämlich die Verlegung der Fahrleitung in einer möglichst wagerechten oder geraden Linie und die Verringerung der Massen und Trägheitsmomente bei den Stromabnehmern. Beide Mittel sind bei den Schnellbahnversuchen Marienfelde—Zossen von Siemens & Halske zur Anwendung gekommen und nur dadurch allein ist es möglich geworden, die benötigten Energiemengen selbst bei Geschwindigkeiten für 200 km pro Stunde und darüber dem Fahrzeuge zuzuführen. Bei der senkrecht über der Mittellinie des Gleises angeordneten Oberleitung ist der möglichst wagerechte Verlauf der Fahrleitung nur durch eine Vermehrung der Aufhängepunkte zu erzielen. Natürlich kann man dies nicht durch eine Vermehrung der Anzahl der Maste erreichen, denn sonst würde, abgesehen von den hohen Kosten, seinerzeit der für die erste Eisenbahn von Nürnberg nach Fürth verlangte Sicherheitszaun entstehen. — Man mußte daher zur Aufhängung des Fahrdrahtes

Fig. 661. Fahrdrahtaufhängung für längere Spannweiten der Westinghouse Co.

mittels eines besonderen Tragdrahtes greifen und auf diese Weise ist die sog. Vielfachaufhängung entstanden, die auf Anregung des Herrn Geh. Oberbaurat Wittfeld zuerst beim Versuchsbetriebe in Spindlersfelde wieder aufgenommen wurde. In der einfachsten Form besteht dieselbe aus einem senkrecht über dem Fahrdrahte verlaufenden Tragdrahte, unter welchem in gleichmäßigen Abständen durch Hängedrähte der Fahrdraht in gleichmäßiger Höhenlage gehalten wird. Natürlich werden die Kosten der Leitungsanlage um so höher, je mehr Hängepunkte zur Anwendung kommen. Man braucht mit der Zahl derselben jedoch nicht zu weit zu gehen, wenn man bedenkt, daß das Maß des Durchhanges einer Drahtleitung ungefähr mit dem Quadrate der Spannweiten abnimmt. Z. B. beträgt bei 40 m Spannweite der mitt-

Fig. 662. Ansicht einer Verankerungsbrücke auf der Strecke New York—New Haven.

[1]) Ebenso wie diejenigen für den von Siemens & Halske eingerichteten elektrischen Versuchsbetrieb auf der Wannseebahn.

lere Durchhang eines gewöhnlichen Fahrdrahtes ungefähr 400 mm, bei 6 m Spannweite ungefähr $^1/_{60}$ davon, also 8 mm. Eine Entfernung der Aufhängepunkte von 5 bis 6 m ist für Geschwindigkeiten bis 120 km pro Stunde vollständig ausreichend.

Die Anwendung der Vielfachaufhängung ermöglicht es auch, die Entfernung der Maste untereinander zu vergrößern, z. B. auf 100 m. Dadurch werden die Kosten der Leitungsanlage vermindert, außerdem wird aber auch der Bahnkörper weniger in Anspruch genommen und die Übersicht auf der Strecke nicht so behindert als wenn viele Maste stehen.

Nach dem System der einfachen Vielfachaufhängung sind namentlich in Amerika von Westinghouse eine Anzahl von Leitungsanlagen zur Ausführung gebracht, ca. 1500 km Fahrdrahtlänge. Die Spannweiten sind dabei nur 30 m gewählt, weil man Bedenken gegen das seitliche Abdrücken der Drähte durch Wind hatte. Auf der Vollbahnstrecke von New York nach New Haven hat aus diesem Grunde Westinghouse für längere Spannweiten eine Vielfachaufhängung mit zwei seitlich auseinandergezogenen Tragdrähten ausgeführt. Fig. 661 und 662 zeigt die Anordnung. Die beiden Tragdrähte sind sowohl unter sich, als auch mit dem Fahrdraht durch starre Stützen fest verbunden. Die Kosten dieser Leitungsanordnung sind wegen der schwierigen Montage außerordentlich hoch und der weiteren Verbreitung derselben hinderlich. Abgesehen davon ist die starre Verbindung der Drähte untereinander nachteilig, namentlich bei Anwendung der bis jetzt benutzten schweren Stromabnehmer, der sog. Pantographen.

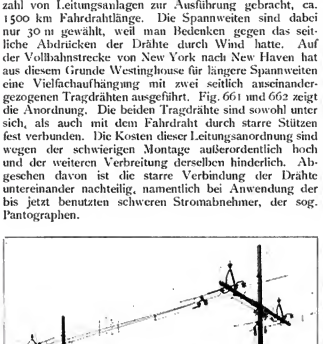


Fig. 664. Einbau einer Nachspannvorrichtung des Fahrdrahtes in die Oberleitung.

Von den sonstigen Ausführungen einer Vielfachaufhängung verdient wohl die meiste Beachtung die von den Siemens-Schuckertwerken im Auftrage der Königlich Preußischen Staatsbahnverwaltung in Hamburg ausgeführte. Fig. 663 zeigt die Spannweite auf gerader Strecke. Das Tragwerk besteht aus dem eigentlichen Tragdraht und einem darunter befestigten Hilfsdraht. Letzterer ist

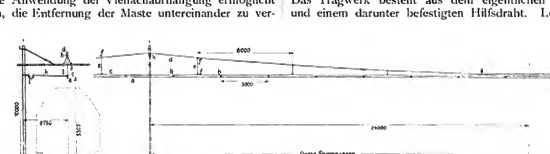


Fig. 663. Schema der Vielfachaufhängung, System Siemens-Schuckertwerke.

durch Hängedrähte mit dem Tragdraht fest verbunden. Beide Drähte bestehen aus gleichem Material, nämlich aus Stahl, und haben daher gleiche Ausdehnungskoeffizienten. Auf dem Fahrdraht sind in gleichmäßigen Abständen mit kleinen Bügeln versehene Klemmen befestigt, durch welche derselbe an den Hilfsdraht aufgehängt wird.

Um die Längsausdehnungen auszugleichen und den Fahrdraht stets gleichmäßig straff gespannt zu erhalten erwies es sich als zweckmäßig Nachspannvorrichtungen einzubauen und diese Nachspannvorrichtungen mit den nur alle 1 bis 2 km ohnehin benötigten Streckenisolatoren zu vereinigen.

Die selbsttätige Nachspannvorrichtung der Siemens-Schuckertwerke besteht im wesentlichen aus einem Gewicht, welches mittels Ketten- und Rollenführung mit dem Fahrdrahtende verbunden ist. Bei Längsänderungen derselben hebt oder senkt sich das Gewicht, so daß jede Bedienung unnötig wird. Für Vollbahnleitungen, die Tag und Nacht unausgesetzt unter Hochspannung stehen, ist es von großer Wichtigkeit, daß man möglichst wenig Regulierungsarbeiten vorzunehmen hat, deshalb würde eine von Hand zu bedienende Nachspannvorrichtung (Fig. 664) den Anforderungen des Vollbahnbetriebes nicht entsprechen. Übrigens sind die selbsttätigen Nachspannvorrichtungen durch Gewicht im Vollbahnbetrieb nichts ungewöhnliches. Sie sind bei allen längeren Drahtzügen für Signal- und Stellwerke längst vorhanden.

Die stets vorhandene gleichmäßige Fahrdrahtspannung ermöglicht auch die Anwendung größerer Spannweiten des Tragwerkes, ohne daß man eine zu große seitliche Ablenkung der Fahrleitung durch den Winddruck und demzufolge ein Abgleiten des Stromabnehmerbügels zu befürchten braucht. Der stets gespannte Fahrdraht setzt eben dem Winddruck einen möglichst großen Widerstand entgegen.

In Bezug auf die Verwendung größerer Spannweiten bei der Vielfachaufhängung haben die Siemens-Schuckertwerke einen bedeutenden Schritt nach vorwärts gemacht, indem sie bei der elektrischen Vollbahn Seebach—Wettingen in der Schweiz Spannweiten von 100 m Länge zur Ausführung gebracht haben. Fig. 665 zeigt einen Teil dieser Leitungsanlage mit 100 m Spannweite. Es haben sich keinerlei Nachteile im Betriebe gezeigt und kann somit die Möglichkeit, 100 m Spannweiten bei Vollbahnfahrleitungen zu verwenden,

Fig. 665. Vielfachaufhängung bei einer Spannweite von 100 m auf der Strecke Seebach—Wettingen.

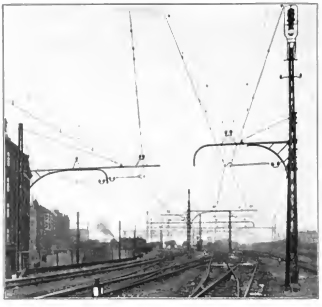


Fig. 666. Fahrdrahtabspannung in der Weiche. Hamburg—Altona.

nicht vom Fahrdraht abgedrückt und der Kontakt unterbrochen wird. Für sehr hohe Fahrgeschwindigkeiten ist die Verwendung von Windflügeln zum Ausgleichen des Luftwiderstandes erforderlich, wie solche bei der Schnellbahn zur Ausführung gebracht worden sind. Der von den Siemens-Schuckertwerken für Vollbahnen gebaute Stromabnehmer entspricht allen diesen Anforderungen (Fig. 669 u. 670).

Über die für Vollbahnfahrleitungen geeignete Spannung ist folgendes zu bemerken:

Wir haben gesehen, daß die Anwendung hoher Spannungen für die Fahrleitung unerläßlich ist. Es entsteht aber die Frage, wie hoch man mit der Spannung hinaufgehen soll. Die höchste, im Versuchsbetriebe bisher angewandte Fahrleitungsspannung beträgt 20000 Volt und wurde auf der schwedischen Versuchsstrecke Tomteboda—Vaertan verwendet. Hierbei wurde mit Lokomotiven von Westinghouse und von Siemens-Schuckert gefahren. Im regelmäßigen Betriebe ist die höchste Spannung in der Fahrleitung 15000 Volt auf der Vollbahnstrecke Seebach—Wettingen zur Anwendung gekommen. Hierauf folgen die Vollbahnen New York—New Haven und Rotterdam—Haag—Scheveningen mit 10 bis 11000 Volt, Hamburg—Altona und Midland—Railway mit 6300 Volt. Es ist somit der Nachweis erbracht, daß man auch mit sehr hohen Spannungen Betrieb machen kann. Trotzdem halte ich es nicht für empfehlenswert, hier zu weit zu gehen. Es ist zu bedenken, daß mit der Höhe der Spannung auch die Schwierigkeit der Isolation der Leitung wächst. Bei einer großen Anzahl von Bahnen ist gerade nur das Mindestprofil des lichten Raumes vorhanden; an eine Änderung der betreffenden Bauwerke ist gar nicht zu denken, eine isolierte Umhüllung des Fahrdrahtes kann auch nicht in Frage kommen; man darf also die Spannung in der Leitung nur so hoch wählen, als es bei dem verfügbaren Lichtraum gerade noch zulässig ist, um eine betriebssichere Lage der Leitung zu ermöglichen. In erhöhtem Maße gelten diese als erwiesen gelten. Nach dem System der Siemens-Schuckertwerke sind bisher ca. 500 km Oberleitung ausgeführt oder noch in Ausführung begriffen, so z. B. die Fahrleitungen Hamburg—Altona (Fig. 666), Seebach—Wettingen (Fig. 665), Rotterdam—Haag—Scheveningen (Fig. 667), Midland—Railway (Fig. 668). Als Stromabnehmer für Vollbahnleitungen mit Vielfachaufhängungen und großen Geschwindigkeiten sind alle Konstruktionen geeignet, welche möglichst geringe bewegliche Massen haben, damit ein geringer Anpressungsdruck, ca. 4 bis 5 kg, ausreichend ist und eine große Lebensdauer der Fahrleitung und der Schleifstücke erreicht werden kann. Wichtig ist ferner, daß der bewegliche Teil des Stromabnehmers senkrecht zur Fahrrichtung eine möglichst geringe Fläche besitzt, damit der Bügel durch den bei hohen Fahrgeschwindigkeiten bedeutenden Luftwiderstand

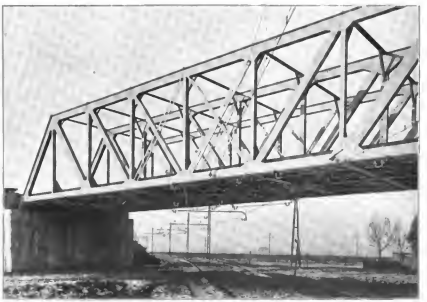


Fig. 667. Fahrdrahtanordnung auf der Strecke Rotterdam—Haag—Scheveningen.

Überlegungen für Tunnels. Für die Höhe der Spannung in der Fahrleitung ist im übrigen nur die Bedingung maßgebend, daß man die für ein Fahrzeug oder einen Zug erforderliche Höchststromstärke noch ohne Schwierigkeiten abnehmen kann. Bei 3000 KVA. und 10000 Volt

Fig. 668. Oberleitung auf der Midland Railway.

Spannung erhält man einen Strom von 300 Amp. Zwei Bügelstromabnehmer geeigneter Konstruktion genügen für diese Stromstärke. Durch einen Kupferdraht von 100 qmm Querschnitt kann man ohne schadliche Erwärmung diesen Strom noch zuführen. Man sollte daher 10000 Volt als normale Spannung für Vollbahnen annehmen. Eine einheitliche Spannung für alle Vollbahnen ist innerhalb eines Landes dringend erwünscht, damit die Betriebsmittel überall benutzt werden können.

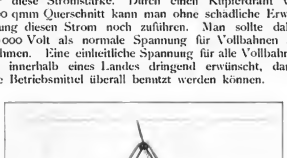


Fig. 669. Stromabnehmer für Vollbahnen, aufgeklappt.

Das Gleiche gilt von der Periodenzahl des zugeführten Wechselstromes. Für die allgemeine Kraftübertragung und Beleuchtung sind bei uns 50 Perioden eingeführt. Eine geringere Periodenzahl ist für Beleuchtungsanlagen nicht zweckmäßig. Bei sehr langen Übertragungsleitungen ergeben sich jedoch schon Schwierigkeiten wegen des großen induktiven Spannungsverlustes. Für Vollbahnstromzuführungen bestehen keinerlei Bedenken, eine niedrigere Periodenzahl anzunehmen und sollte mit Rücksicht auf die größte Wirtschaftlichkeit nur diese gewählt werden. Die Amerikaner haben für ihre langen Leitungen für allgemeine Kraftübertragungszwecke nur 25 Perioden angewendet. Bei uns hat man auch diese Periodenzahl zum Teil angenommen, zum Teil aber noch unterschritten. Die Drehstrombahn Lecco—Colico und die Simplonbahn, die Wechselstrombahn Seebach—Wettingen und Wien—Baden haben nur 15 Perioden, Murnau—Oberammergau $16^2/_3$, Hamburg—Altona, Rotterdam—Haag—Scheveningen und die Midland Railway 25. Für die Wechselstrombahnmotoren ist eine geringere Periodenzahl vorteilhaft. Sie leisten mehr und haben eine geringere Abnutzung des Kommutators. Für die Stromzuführung ist die Anwendung einer geringeren Periodenzahl ebenfalls günstiger, da der Ohmsche Spannungsabfall in den Fahrschienen und der induktive Spannungsverlust der Leitungen im graden Verhältnis mit der Periodenzahl abnimmt, d. h. mit 15 Perioden kommt man etwa 75% weiter als mit 25. Dies ist sehr wichtig für solche Anlagen, bei denen vorhandene Wasserkräfte, Braunkohlenfelder oder Torfmoore ausgenutzt und die Kräfte auf weite Entfernungen übertragen werden sollen. Man kann den Verwendungsbereich dieser Kraftquellen bei niedriger Periodenzahl beträchtlich erweitern. Für die Transformatoren ist die Anwendung einer niedrigeren Periodenzahl ungünstig. Sie werden dadurch teurer. Das Gleiche trifft bei den Kraftwerken für Stromerzeuger zu, sofern es sich um Dampfturbinen handelt. Bei Kraftwerken mit Dampfmaschinen und Wasserturbinenanlagen werden beträchtliche Unterschiede in den Anlagekosten infolge der Anwendung einer höheren oder niedrigeren Periodenzahl nicht entstehen. Wenn man die Vor- und Nachteile der höheren und niedrigeren Periodenzahl zueinander abwägt, so kommt man zu dem Schlusse, daß die niedrigere für Vollbahnbetriebe günstiger ist. Man sollte daher tunlichst 15 Perioden als Norm wählen.

5. Speiseleitungen.

Für die Speiseleitungen ist die Wahl der Spannung lediglich durch die Betriebssicherheit bedingt. Hochspannungsanlagen sind in großer Zahl, besonders in

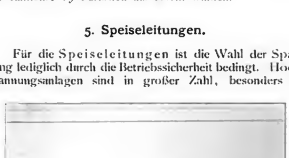


Fig. 670. Stromabnehmer für Vollbahnen niedergelegt.

Amerika, seit langer Zeit im Betriebe. $^1/_2$ Million KW werden mit Spannungen von 40 bis 90 KV. auf Entfernungen bis zu 250 km übertragen. Bei uns sind ebenfalls eine große Anzahl Hochspannungsübertragungen ausgeführt. (Siehe nebenstehende Tabelle.) Dabei sind Transformatoren mit Spannungen bis 60000 Volt verwendet und zum Prüfen der Isolationen resp. Transformatoren für ganz große Hochspannungen bis 400000 Volt (Fig. 671).

Wir verfügen hier über eine große Anzahl von Ausführungsbeispielen, woraus hervorgeht, daß die Anwendung der Hochspannungsverteilung für Bahnzwecke wohl keine unüberwindlichen Schwierigkeiten bietet.

Europäische Kraftwerke mit Spannungen von 30000 Volt und darüber.

Bezeichnung der Anlagen Besitzer	Spannung Volt	Jahr der Erbauung	Leistung des Kraftwerkes KW	Länge der Fernleitung km	Erbaut von
Heimbach (Rubrtalsperrengesellschaft Aachen	34 000	1904/05	3 000	143 000	S. S. W.
München—Moosburg	50 000	1906/07	4 000	50 000	»
Hamburg—Altona	30 000	1906/07	5 600	14 600	» Wechselstrom 25 ∞
Kykkelsrud, Norwegen, Glommen	20 000 50 000	1901 1907	4 500 3 000	33 000 42 000	»
Kraftwerk der Sociedad Hydroelectrica Iberica, Spanien	33 000	1903/05	10 000	200 000	»
Lagunas de Ruidera, Spanien	30 000	1905/06	1 050		
Kraftwerk der Molinar der Sociedad Hydroelectraca espanola	66 000	im Bau	25 000	250 000 Madrid 120 000 100 000	»
Madrid	30 000	1901	3 000		Kolben & Co.
Zamoro, Spanien	40 000	1906/07	3 300	40 000 nach Valladolid	Alioth & Co., Basel
Kraftwerk der Sociedad Hydroelectrica de Gundiero, Spanien	50 000	1906/07	4 500	130 000	Oerlikon
Bilbao, Spanien	33 000	—	3 460	120	
Caffaro, Lombardei	40 000	1906	10 000	50 000	Oerlikon
Monterealе an der Cellina, Lombardei	36 000	1905	7 000	33 000 nach Venedig	Brown, Boveri & Cie.
Gromo, Lombardei	40 000	1906	3 000	34 000	»
Tuseiano bei Clevano	30 000	—	7 000 Einheiten von	—	Westinghouse
Bournillon, Frankreich	35 000	1905	1 000 PS	—	
La Plombière, Frankreich	57 000	1906	3 000	200 000	Comp. de l'industrie électrique de Genua
Saint-Cézaire, Frankreich	30 000	1906/07	5 700	60 000 110 000	Thomson-Houston
Kraftwerk an der Durance, Marseille	50 000	—	15 000	—	
Moutiers—Lyon	57 000	April 1906	4 100	130 000 darunter 4 km Kabel	Comp. de l'industrie électrique de Genua, Gleichstrom System Thury
Lausanne—St. Maurice	27 000	1901	4 000	56 000	

6. Kraftwerke.

Über die Kraftwerke selbst ist nicht viel zu bemerken. Jedes größere nach modernen Grundsätzen erbaute Kraftwerk ist zur Erzeugung von Bahnstrom geeignet. Ausführungsbeispiele sind in großer Zahl vorhanden. Bei neueren Dampfkraftwerken kommen jetzt fast ausschließlich Dampfturbinen in Betracht in großen Einheiten bis 15 000 PS.

7. Schaltanlagen.

Besondere Berücksichtigung verdient die Schalteinrichtung. Im elektrischen Bahnbetriebe sind Kurzschlüsse keine Seltenheit. Man muß mit ihnen rechnen und sie lassen sich auch nicht vermeiden. Zur Abschaltung von Kurzschlüssen sind nur selbsttätige Ausschalter geeignet, diese können von Hand oder motorisch betrieben werden.

Allgemein ist über europäische Schaltanlagen zu bemerken, daß sie räumlich zu beschränkt sind. Bei den neueren amerikanischen Anlagen hat man für die Schaltanlagen viel mehr Platz zur Verfügung gestellt und daher auch bessere Anlagen erhalten. Alles dieses sind jedoch Forderungen, die sich ohne weiteres erfüllen lassen und der Einführung des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen daher nicht hinderlich sein können.

C. Schlußbetrachtungen über die Wirtschaftlichkeit und Sicherheit des elektrischen Vollbahnbetriebes.

Wir haben gesehen, daß der elektrische Vollbahnbetrieb technisch möglich ist. Nun kommt aber die wichtige Frage: Wie sieht es mit der Wirtschaftlichkeit aus? Im Ernst kann wohl niemand an die allgemeine Einführung des elektrischen Vollbahnbetriebes denken, ohne dabei die Überzeugung zu haben, daß der Betrieb wenigstens etwas billiger ist als der Dampfbetrieb. Das gehört eben auch zum Fortschritt. Für die ersten Ausführungen muß zum mindesten verlangt werden, daß der elektrische Betrieb nicht wesentlich teurer ist als der gleichwertige

Fig 671. Hochspannungsprüftransformator.

Dampfbetrieb. Zuverlässige Vergleiche über die Betriebskosten des elektrischen und Dampfbetriebes kann man erst aufstellen, wenn eine Anzahl Dampfbahnen für

elektrischen Betrieb umgewandelt sein werden. Anderseits erfordert die Umwandlung auch einzelner Linien beträchtliche Kapitalien und ist daher mit einem gewissen Risiko verbunden. Um der Sache näher zu kommen, kann man nur folgenden Weg einschlagen: Es müssen für den Anfang solche Linien für die Elektrisierung gewählt werden, bei denen die Dampfkosten möglichst hoch sind oder bei denen der elektrische Strom für den Betrieb der Linien zu billigen Preisen zu erhalten ist, damit im elektrischen Betriebe dieser Vollbahnen auf Ersparnisse mit Sicherheit gerechnet werden kann. Hiernach kommen in erster Linie Gebirgsbahnen in Betracht, die infolge beträchtlicher und langer Steigungen einen großen Kohlenverbrauch und einen starken Verschleiß an Maschinen haben. Ferner sind solche Linien für Erstausführungen geeignet, die ihren Strom von bestehenden großen Kraftwerken beziehen können, wobei auf eine bessere Ausnutzung der Kraftwerksmaschinen gerechnet werden kann. Besonders geeignet wären solche Bahnen, neben denen ein elektrischer Vorortbetrieb bereits besteht oder in Ausführung begriffen ist, da man hier die geringsten Mittel für Neuanlagen aufzuwenden brauchte.

Eine vergleichende Berechnung der Zugförderungskosten des elektrischen und Dampfbetriebes ist natürlich nur möglich, wenn man über die wirklichen Kosten des Dampfbetriebes genaue Ermittlungen anstellt. An Hand dieser würde zu prüfen sein, bei welchen Posten der elektrische Betrieb Ersparnisse erwarten läßt. Es soll hier versucht werden, wenigstens einen kurzen Überblick zu geben.

Die Zugförderungskosten des Dampfbetriebes zergliedern sich im wesentlichen in drei Teile: 1. Brenn-, Schmier- und Putzmaterialien für die Lokomotiven; 2. Löhne und Nebenbezüge des Lokomotiv- und Hilfspersonals und 3. Unterhaltung und Erneuerung der Lokomotiven und Tender.

Fig. 672 zeigt die Zugförderungskosten der deutschen Eisenbahnen für die einzelnen Bundesstaaten in den Jahren 1895 bis 1905. Die angegebenen Zahlen beziehen sich auf geleistete Bruttotonnen-km und ersehen wir daraus, daß z. B. auf den preußischen Staatsbahnen

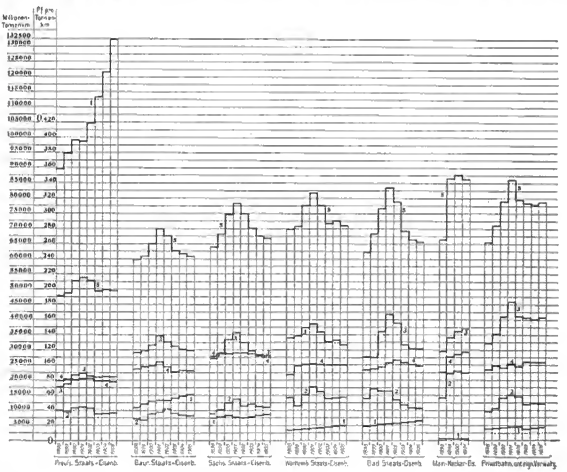
für Kohlen . . . . 0,05—0,09 Pf. für das tkm,
» Löhne . . . . 0,07—0,08 » » »
» Unterhaltung und Erneuerung . . . 0,045 »

ausgegeben wurden.

Auf den sächsischen Staatsbahnen betragen die Zahlen für die gleichen Leistungen

0,085—0,14
bzw. 0,085—0,125
bzw. 0,045—0,065.

Bei den andern Staaten ergeben sich ähnliche Werte. Die höchsten Kosten haben die Privatbahnen, die niedrigsten die Preußische Staatsbahn. Die Unterschiede sind bedingt durch die tonnenkilometrischen Gesamtleistungen und die Streckenverhältnisse der verschiedenen



1 Jahresleistung in Tonnenkilometern (Brutto) Personenzugsv. m. 75 kg inkl. Handgepack, Güterverkehr, Wagengewicht, Lokomotiven und Tender mit Kohlen und Wasser. — 2 Unterhaltung und Erneuerung der Lokomotiven, Tender und Motorwagen. — 3 Brenn-, Schmier- und Putzmaterialien. — 4 Löhne und Nebenbezüge des Lokomotiv- und Hilfspersonals. — 5 Σ 2 + 3 + 4.

Fig. 672. Zugförderungskosten der deutschen Eisenbahnen für die einzelnen Bundesstaaten in den Jahren 1895 bis 1905.

Bahnen. Die S. S. W. haben durch das Entgegenkommen verschiedener Staatsbahnverwaltungen Gelegenheit gehabt, an einzelnen Hauptbahnen eingehende Erhebungen über die wirklichen Kosten des Dampfbetriebes anzustellen und es ist dabei festgestellt worden, daß für den großen Durchschnitt die Angaben der Reichsstatistik wohl richtig sind, für die einzelnen Linien aber nicht. Immerhin geben uns die Daten der Reichsstatistik die Möglichkeit, die Frage der Betriebskosten zu erörtern. Vor allen Dingen zeigen die Aufzeichnungen, daß die spezifischen Zugförderungskosten, d. h. die Kosten für den geleisteten Bruttotonnenkilometer, bei allen Staaten im Laufe der Zeit gleichmäßig gestiegen sind. Es sind Unterschiede von 50% und mehr vorhanden und dies trotz erheblich gesteigerter Förderleistungen. Wenn nun im elektrischen Betriebe schon heute an den Zugförderungskosten Ersparnisse gemacht werden können, so werden diese Ersparnisse bei den stetig steigenden Zugförderungskosten des Dampfbetriebes von Jahr zu Jahr größer werden. Die Steigerung der Zugförderungskosten des Dampfbetriebes wird hauptsächlich bedingt durch teurere Kohlen und höhere Löhne. Fig. 673 veranschaulicht die Steigerung der Kohlenpreise in den letzten Jahren für die einzelnen Kohlengattungen. Wir sehen, daß die Kosten durchschnittlich von 1897 bis 1906 um 30% im Preise gestiegen sind.' Verursacht wird diese Preissteigerung durch die teureren Arbeitslöhne und die wachsenden Schwierigkeiten der Kohlenförderung; man muß also auch für die Zukunft mit einer weiteren Steigerung rechnen. Die Einführung des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen gründet sich zum wesentlichen Teil auf der Ersparnis an Brennmaterial. Je teurer die Kohlen und je höher der spezifische Verbrauch pro tkm, um so vorteilhafter muß der elektrische Betrieb sich gestalten. Es kommt hier eben in Betracht, daß die große Dampfmaschine im Kraftwerk wesentlich weniger Kohlen verbraucht als die verhältnismäßig kleine und unvorteilhaft arbeitende Lokomotive. Ein weiterer Gesichtspunkt ist die Verwertung minderwertiger Brennstoffe, wie Braunkohle und Torf. An den Löhnen kann bei der elektrischen Zugförderung ganz wesentlich gespart werden durch den Fortfall des Heizers. Durch die höhere kilometrische Leistung der elektrischen Lokomotive läßt sich ferner zum Teil auch eine bessere Ausnutzung des Zugpersonals erzielen. An Reparaturkosten kann bei den elektrischen Lokomotiven, eine zweckentsprechende Ausbildung der Lokomotive vorausgesetzt, ganz sicher gespart werden. Hier kommt noch folgender Gesichtspunkt in Betracht: Die Unterhaltungskosten der Dampflokomotive steigen beträchtlich bei höheren Geschwindigkeiten; das haben diejenigen Eisenbahnverwaltungen, welche zu Geschwindigkeiten von 100 km und darüber übergegangen sind, bereits erfahren. Anderseits muß aus den ersparten Betriebskosten im elektrischen Betrieb die Verzinsung des vermehrten Anlagekapitals für Kraftwerke und Stromzuführungsanlagen aufgebracht werden. Über die Höhe dieser Kapitalien kann man folgende Annahmen machen: Die Gesamtanlagekosten für die Lokomotiven im elektrischen und Dampfbetriebe werden sich annähernd gleich bleiben. Die elektrische Lokomotive ist zwar leistungsfähiger und braucht einen geringeren Reparaturstand. Dafür ist sie aber in den Anlagekosten teurer. Im Laufe der Zeit wird wohl auch hier ein Wandel zugunsten der elektrischen Lokomotive eintreten, doch ist heute damit noch nicht zu rechnen. Für die Stromzuführungsanlagen kann man annehmen, daß ungefähr der gleiche Betrag an Anlagekosten erforderlich ist, wie für die Lokomotiven. Das gleiche gilt für die Kraftwerke. Dies sind natürlich nur rohe Annäherungen; die genaueren Werte können nur von Fall zu Fall ermittelt werden.

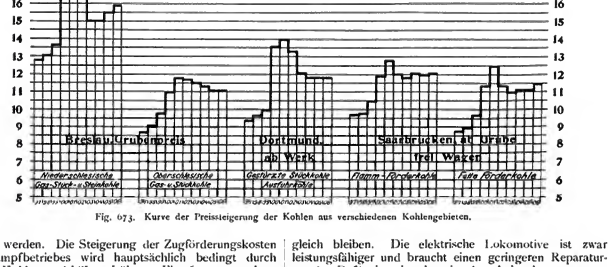


Fig. 673. Kurve der Preissteigerung der Kohlen aus verschiedenen Kohlengebieten.

Auf einen Punkt soll noch besonders hingewiesen werden. Die Ersparnisse an Kohlen beim elektrischen Betriebe sind auch vom volkswirtschaftlichen Standpunkte ein Gewinn. Kohlen sind Nationalvermögen. Je weniger wir davon verbrauchen, je größer unser Vorrat bleibt, um so bessere Aussichten hat der betreffende Staat für die Zukunft. Es wäre vollkommen falsch, wollte man sich mit der Tatsache abfinden, daß wir für die nächste Zeit einen Kohlenmangel nicht zu befürchten haben. Beim vollständigen elektrischen Betrieb unserer Staatsbahnen würden ungefähr $1/_2$ an Kohlen gespart werden können, d. h., nach unseren heutigen Kohlenpreisen umgerechnet, mindestens M. 50 000 000. Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet wird schon bei gleichen Kosten mit dem Dampfbetriebe der elektrische Betrieb empfehlenswert erscheinen.

Alles dieses sind nur Gesichtspunkte, die einer Auswertung durch die Erfahrung der Praxis noch bedürfen. Sie geben uns zwar keine Gewißheit darüber, daß unsere Annahmen richtig sind, zeigen uns aber das eine, daß es berechtigt ist, unablässig an dem großen Ziel weiter zu arbeiten und Zeit und Mühe nicht zu sparen. Die Verwirklichung unserer Wünsche kann nicht von heute auf morgen stattfinden. Dies liegt auch garnicht im Interesse der Elektrotechnik. Einmal würden unsere elektrotechnischen Fabriken trotz ihrer Leistungsfähigkeit garnicht in der Lage sein, die Umwandlung der Vollbahnen in elektrischen Betrieb in kurzer Zeit zu bewältigen, und ferner würde die Entwicklung selbst darunter leiden, weil man bei zu schnellem Fortschritt die im Betriebe gewonnenen Erfahrungen für die weitere Entwicklung und Vervollkommnung nicht voll und ganz würde berücksichtigen können.

Wir haben nun alle wichtigen Punkte, die für die Einführung des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen in Betracht kommen können, erörtert bis auf die Betriebssicherheit. Es ist eine ganz selbstverständliche Voraussetzung für die Einführung des elektrischen Betriebes, daß dieser die gleiche Sicherheit ergeben muß, wie der Dampfbetrieb.

Wenn man in dieser Hinsicht die elektrische Zugsförderung mit dem Dampfbetrieb vergleichen will, so muß man sich zunächst über die Störungen, die im Bahnbetrieb vorkommen können, Klarheit zu verschaffen. Diese lassen sich in drei Gruppen einteilen:

1. Störungen, verursacht durch Beschädigungen des Bahnkörpers und der Gleisanlage. Hierzu gehören Erd- und Dammrutsche, Hochwasser, Schneeverwehungen, Schienenbrüche, beschädigte Brücken und Tunnelanlagen,

2. Störungen durch Mängel an den Lokomotiven und Fahrzeugen, wie Maschinen- und Kesselbrüche, Achs- und Federbrüche und dadurch bedingte Entgleisungen, Versagen von Bremsen, Zerreißen von Kupplungen.

3. Störungen an den Betriebseinrichtungen der Bahn, wie Versagen von Signal- und Stellwerken, falsche Weichenstellung und dadurch bedingte Zusammenstöße. Störungen in der Wasser- und Kohlenversorgung und bei elektrischem Betriebe der Kraftversorgung.

Was die Störungen der Gruppe 1. anbelangt, so besteht kein Unterschied zwischen dem Dampf- und dem elektrischen Betriebe. Beide Arten verhalten sich vollständig gleich. Bei den Störungen unter 2. ist zunächst zu untersuchen, wie die elektrischen und Dampflokomotiven sich zueinander verhalten. Die Anzahl der Lager- und Schmierstellen ist bei beiden Maschinen so ziemlich gleich. Die Zahl der einzelnen Apparate ist bei der elektrischen Maschine größer als bei der Dampflokomotive. Dafür sind die elektrischen Apparate leichter zugänglich und schneller zu erneuern, vor allen Dingen aber unabhängig voneinander und nicht durch starre Konstruktionen miteinander verbunden, sondern durch biegsame Leitungen. Außerdem bedeutet das Versagen eines einzelnen Apparates oder eines Motors noch keineswegs die vollständige Unbrauchbarkeit der Lokomotive, sondern unter entsprechender und für den Notfall zulässiger größerer Beanspruchung der nicht beschädigten Teile kann der Betrieb ruhig weiter geführt werden. Treten dagegen bei der Dampflokomotive Störungen an den Zylindern, Schiebern, Übergangsteilen (Pleuelstangen, Exzenter, Kurbelzapfen), Rohrleitungen und Ventilen sowie der Steuerung auf, so ist die ganze Maschine meist unbrauchbar. Hinzu kommen bei der Dampflokomotive noch die Störungen an der Feuerung und am Kessel. Ein einziges geplatztes Kesselrohr macht die Maschine unbrauchbar. Das Gleiche tritt ein, falls bei der Feuerung durch Unaufmerksamkeit des Heizers oder ungeeignete Kohlen die Roste verschlacken.

Die elektrische Maschine ist hier ganz sicher im Vorteil, da sie von der Aufmerksamkeit des Bedienungspersonales weniger abhängig ist als die Dampflokomotive. Über die Betriebssicherheit der elektrischen Fahrzeuge liegen außerdem ausreichende Erfahrungen vor. $^1/_3$ sämtlicher Triebmittel des Eisenbahnbetriebes werden zurzeit bereits elektrisch betrieben. Daß diese nicht in erster Linie bei Vollbahnbetrieben Verwendung finden, spielt bei der Beurteilung der Betriebssicherheit des Systems keine wesentliche Rolle. Der einzige Unterschied zwischen der Mehrzahl der vorhandenen elektrischen Fahrzeuge und der elektrischen Vollbahnlokomotive besteht in der Größe der Motoren und der dazu gehörigen Apparate; für die Sicherheit des Betriebes ist die Größe der verwendeten Motoren und Zubehörteile aber ohne Belang. Somit kann die Betriebssicherheit der elektrischen Lokomotive für den Vollbahnbetrieb als ausreichend erwiesen gelten.

In einem Punkte ist die elektrische Lokomotive der Dampflokomotive überlegen, das ist ihre stete Betriebsbereitschaft; während die Dampflokomotive besondere Vorbereitungen vor und während der Fahrt bedarf als da sind: Kohlen- und Wasserversorgung, Anheizen des Kessels, Reinigen der Feuerhuchsen, kann die elektrische Lokomotive ohne besondere Vorbereitung hunderte von Kilometern ohne Unterbrechung zurücklegen. Dahingegen muß die Dampflokomotive überhaupt nach einer bestimmten eng begrenzten Wegstrecke von 200 bis höchstens 300 km ausgewechselt werden. Was die übrigen Störungen an den Fahrzeugen, wie Achs- und Federbrüche, Versagen der Bremse usw. betrifft, so besteht bei beiden Betriebsarten kein Unterschied.

Wir kommen jetzt zur Gruppe 3. der Störungen. Hier tritt beim elektrischen Betriebe die Stromzuführungsanlage als neu hinzu. Sie ist der am leichtesten zugängliche Teil der elektrischen Anlage und daher auch der am meisten gefährdete. Es muß ohne weiteres zugegeben werden, daß die Stromzuführungsanlage als ein Nachteil des elektrischen Betriebes gegenüber dem Dampfbetriebe aufgefaßt werden kann.

Bei genauerer Prüfung wird man aber finden, daß hierdurch die Einführung des elektrischen Betriebes keineswegs in Frage gestellt werden kann. Es befinden sich zurzeit ca. 100000 km Fahrleitung für Bahnzwecke im Betrieb. Störungen an den Fahrleitungen gehören zu den Seltenheiten. Eintretendenfalls sind sie nur von kurzer Dauer und schnell zu beseitigen. Für den eigentlichen Vollbahnbetrieb können sich aus der Fahrleitung ernste Schwierigkeiten nicht ergeben. Im Notfalle genügt für die Fortleitung des elektrischen Stromes jede, auch eine minderwertige Verbindung, um über die Störungsstelle hinweg zu kommen. Bei den Telegraphenleitungen hat man ursprünglich die gleichen Bedenken gehabt. Überdies ist von vornherein damit zu rechnen, daß die Stromversorgung elektrischer Vollbahnen bei allgemeiner Einführung des elektrischen Betriebes nicht nur von einem Kraftwerk und durch eine Leitung zu erfolgen hat; die Anwendung hoher Spannungen für die Stromversorgung ermöglicht eben die Heranziehung mehrerer, auch sehr ferner Kraftwerke für die Speisung einer Bahnstrecke, so daß der Bruch einer Leitung noch lange nicht die Betriebseinstellung einer Bahn zur Folge zu haben braucht. Störungen an der Fahrleitungsanlage einer elektrischen Bahn sind rein örtlicher Natur. Sie können rasch gefunden und behoben werden. Sie können zwar eine vorübergehende Stockung, keineswegs aber eine

länger andauernde Betriebsstörung hervorrufen. Den Fahr- und Speiseleitungen gleich zu achten sind die Transformatoren, welche entlang der Strecke für die Speisung der Fahrleitung aufzustellen sind. Sie müssen von vornherein so bemessen sein, daß bei Zerstörung einer Station die benachbarten für diesen Fall ohne weiteres die Stromlieferung übernehmen können. Besondere Schwierigkeiten ergeben sich durch diese Bedingung nicht.

Wir kommen nun zu den Kraftwerken. Die Gefahr einer Störung, die aus dem Versagen der Stromerzeugung entstehen kann, ist eigentlich sehr gering. Bei zweckentsprechender Anlage der Kraftwerke und genügend großen Reserven können dieselben genau so sicher und zuverlässig funktionieren, wie die besten der Werke für die Beleuchtung und allgemeine Kraftübertragung und wir wissen aus Erfahrung, daß Störungen an diesen zu Seltenheiten gehören. Schlimmstenfalls bleibt bei Versagen eines Kraftwerkes aber immer noch die Stromversorgung von einem entfernteren Kraftwerke übrig. Alles in allem wird durch die Kraftwerke die Leistungsfähigkeit einer elektrischen Bahn keineswegs vermindert.

Was die Signaleinrichtungen, Stellwerke und sonstigen Betriebseinrichtungen der Bahn anbelangt, so sind Unterschiede bezüglich der Betriebssicherheit bei beiden Betriebsarten nicht vorhanden.

Wenn man nun alle Vor- und Nachteile des elektrischen Vollbahnbetriebes und des Dampfbetriebes zusammenfaßt, so kommt man zu dem Ergebnis, daß der elektrische Betrieb hinsichtlich der Betriebssicherheit wesentliche Nachteile gegenüber dem Dampfbetriebe nicht besitzt und daß daher Bedenken der allgemeinen Einführung des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen nicht im Wege stehen sollten, sofern die Einführung des elektrischen Betriebes im allgemeinen wirtschaftlichen Interesse liegt. In dieser Überzeugung hat auch die Preußische Staatsbahnverwaltung den ersten Schritt zu einer größeren Ausführung getan, wie sie die elektrischen Stadt- und Vorortbahnen Haunburg—Blankenese—Ohlsdorf darstellen, und es ist zu hoffen, daß dem großzügigen Beispiele andere Ausführungen nachfolgen werden. Und diesen Erwägungen wird sich auch unsere Militärverwaltung bei sachlicher Prüfung aller in Betracht kommenden Momente sicher nicht verschließen und es ist anzunehmen, daß sie ihren heute noch vorhandenen Widerstand gegen die allgemeine Einführung des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen aufgeben wird, sofern sie erst Gelegenheit gehabt hat, sich davon zu überzeugen, daß auch der Vollbahnbetrieb sich elektrisch ebenso sicher und zuverlässig abwickeln läßt, wie der Dampfbetrieb.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

1. Ganze Kraftanlagen (Kraftwerke).

Das Elektrizitätswerk Kindberg. Nach Mitteilungen der Firma Weizer Elektrizitätswerk Franz Pichler & Co. (E. u. M., Wien, 1. März 1908, S. 177.)* Wassermenge: 10 cbm/Sek. Nutzbares Gefälle: 3 m. Es kamen zwei vertikale Francisturbinen von je 168 PS mit 64 Umdr. pro Min. zur Aufstellung, welche in getrennten Wasserkammern angeordnet sind. Turbinenregulierung mittels Drehschaufeln. Antrieb der zwei Drehstromgeneratoren durch Winkelräder und Riemenübertragung. Generatoren achtpolig für 3100 Volt und 50 Perioden. Drehzahl 750 pro Min. Erregermaschinen gekuppelt. Hochspannungskabel für 3600 Volt mit einem Querschnitt von 3×6 qmm. Die Hochspannungsfreileitung besteht aus blanken Kupferdrähten von je 20 qmm, verlegt mittels Zweimantel-Porzellanisolatoren auf Lärchenholzmasten. Schutz gegen Überspannungen mittels Blitzschutzvorrichtungen System Wurts. Für die Ortsnetze wird der Strom in gebräuchliche Niederspannung transformiert.

Die Feistritzwerke. Nach Mitteilungen der Firma Weizer Elektrizitätswerk Franz Pichler & Co. (E. u. M., Wien, 8. März 1908, S. 201)* Das Werk versieht die Orte Gleisdorf, Stubenberg, St. Johann, Pöllau, Kaindorf und Pischelsdorf in Steiermark mit elektrischer Energie und nutzt die Wasserkraft des Feistritzflusses aus. Normal stehen zur Verfügung 3000 l/Sek. bei einem Gefälle von 21,6 m, d. h. eine Mittelleistung an den Turbinen von 650 PS. Gesamte Rohrleitungslänge 80 m. Vorläufig aufgestellt zwei Francis-Spiralturbinen mit horizontaler Welle für je 400 PS bei 500 Umdr. pro Min. Die auf 1 m Gefälle und 1 PS reduzierte spezifische Drehzahl ergibt sich zu 212 pro Min. Turbinen gekuppelt mit je einem Drehstromgenerator für 324 KVA. bei 10200 Volt und 50 Perioden. Besondere Schwungräder. Erregermaschine mit den Generatoren gekuppelt. Überspannungsschutz mittels Blitzschutzvorrichtungen System Wurts. Gesamte Länge der Hochspannungsfernleitungen 48 km. Kupferdraht von je 20 qmm verlegt auf Deltaglocken, die an Rotlärchenholzmasten befestigt sind. Bei Wegkreuzungen wurden an Stelle eigener Schutznetze Goudsche Leitungskuppelungen eingebaut. Durch Transformatoren wird die Primärspannung von 10000 Volt auf die Gebrauchsspannung von 155 Volt transformiert.

Das Elektrizitätswerk in Leoben. Nach Mitteilungen von Pichler & Co. (E. u. M., Wien, 12. April 1908, S. 311.)* Im Kraftwerk an der Mur, welches die Stadt Leoben mit Licht und Kraft versorgt, steht ein Gefälle von 5,2 m und eine sekundliche Wassermenge von höchstens 27,5 cbm, also etwa 1500 PS zur Verfügung. Zurzeit sind zwei Doppel-Francisturbinen für je 500 PS vorhanden und je mit einem Drehstromerzeuger für 5200 Volt und 50 Perioden pro Sek. gekuppelt. Verteilung bei 5200 Volt, Verbrauch bei 150 Volt. Die Hochspannungslinien werden aus dem Kraftwerk mittels Panzerbleikabel geführt und gehen außerhalb der bewohnten Gebiete in Freileitungen über.

Das Kraftwerk Castelnuovo—Valdarno der Società Mineraria ed Elettrica del Valdarno. Von Ing. Pasching. (E. u. M., Wien, 14. Juni 1908, S. 511 und 21. Juni 1908, S. 538.)* Das Kraftwerk wurde unmittelbar bei der Grube bei San Giovanni—Valdarno erstellt, aus der Braunkohlen gefördert werden, deren Wassergehalt 40 bis 50% beträgt, und deren Transport sich wegen des geringen Heizwertes nicht verlohnt. Die erzeugte Energie wird in Form von Drehstrom von 33000 Volt nach Florenz, Prato, Figline, Siena und später nach dem Valdarno gelcitet (5 Fernleitungen). 10 Wasserröhrenkessel von je 480 qm Heizfläche. Bei einer Beschickung mit 4000 kg Braunkohle liefert jeder Kessel in einer Stunde 6000 kg Dampf von 13 Atm. Drei liegende Vierzylinder-Verbundmaschinen von je 2400 PS; 93,7 Umdr. pro Min. Drehstromerzeuger von je 1800 KVA., 6000 Volt, 50 Perioden pro Sek. Je drei Wechselstrom-Transformatoren zu einer Drehstromgruppe vereinigt, je eine Stromerzeuger- und eine Transformatorgruppe eine zusammengehörige Einheit. 33000 Volt-Ring-

sammelschienen. Die Stromerzeuger sind mit der Schaltanlage durch auf Rillenisolatoren verlegte Blankleitungen verbunden. Die Transformatoren sind Kerntransformatoren für künstliche Luftkühlung. Je drei Transformatoren in einer gemeinsamen Zelle. Zwischen Generator- und Transformatorgruppe 6000 Volt, Maximalölschalter für Auslösung mittels Zeit- und Rückstromrelais. Zwischen Transformatorgruppe und Ringleitung (33000 Volt) Maximalölschalter mit Zeitrelais. Seilantrieb. Die Linienschalter sind für selbsttätige Auslösung mittels Maximalzeitrelais und für elektromagnetische Fernbetätigung eingerichtet. Die Fernleitungen sind durch Hörnerfunkenstrecken mit in Reihe geschalteten Wasserwiderständen und durch je einen Wasserstrahlapparat geschützt. Die Apparate für die Stromerzeuger werden von den Säulen aus betätigt, diejenigen der Transformatoren und Linien von der Schalttafel. Fernleitungen nach Florenz 26 km, Prato 51 km, Siena 28 km, San Giovanni 6 km, Figline 10 km. Die letzten beiden Stationen haben gemeinsame Zuleitung, die später bis ins Valdarno verlängert werden soll.

Wasserkraftanlage „La Dernier" am Orbe. Von A. Stoll. (Zeitschr. f. d. ges. Turbinenwesen, Heft 16, 17, 21.) Das Kraftwerk »La Dernier« in der Nähe von Vallorbe (Schweiz) hat die Aufgabe, den Wasserspiegel des Joux-Sees zu regulieren, der im Jura, in 1000 m Höhe liegend, eine Wasserfläche von 10 qkm bei 34 m größter Tiefe umfaßt. Der Wasserabfluß geschah durch Spalten (Trichter) in den kalkhaltigen Boden. Da die Abflußmenge im Maximum nur 5 bis 6 cbm/Sek. betrug, wurde, um Überschwemmungen vorzubeugen, ein künstlicher, regelbarer Abfluß geschaffen unter Ausnutzung der Wasserregulierung durch eine bedeutende Kraftanlage. Die Wasserentnahme erfolgt durch einen 2632 m langen Stollen mit gleichmäßigem Gefälle von $3\,^0/_{00}$, an dessen Einlauf ein Rechen von 28 qm und zwei Schützen liegen; die Durchflußmenge beträgt 20 cbm/Sek. Das Wasserschloß am Ende des Stollens ist so eingerichtet, daß sich nach Abschluß der Druckleitungen die gesamte Wassermenge von 20 cbm über ein 13 m langes Überfallwehr in zwei Abflußleitungen ergießt. Jede besitzt bei 0,85 m Durchmesser eine Länge von 722 m, die Röhren bestehen aus Stahlblech von 9 mm Dicke. Jede der drei Druckleitungen aus geschweißten Röhren von weichem Stahl hat eine Länge von 620 m mit vier Ausdehnungsstopfbüchsen und beim Einlauf in das Kraftwerk ein Diaphragmaorgan. Das Nettogefälle beträgt 234 m, die verfügbare Energie an 120 aufeinander folgenden Tagen 6740 bis 3720 PS je nach der Seespiegelhöhe bei 24stündigem Dauerbetrieb. Die mögliche Höchstleistung ist 17520 PS, bzw. 9670 PS. Das Kraftwerk ist für 10000 PS ausgebaut mit 5 Einheiten à 1000 PS und 3 Einheiten à 1600 PS; 7 Einheiten sind im Betrieb. Die Wechselstromgeneratoren ($n = 375$) sind direkt mit den Turbinen gekuppelt. Drei Turbinen à 150 PS und $n = 750$ treiben die Erregerdynamos. Die Turbinen sind Peltonturbinen von Escher, Wyß & Co. mit automatischer Zungenregulierung. Ein Maschinensatz gibt bei Vollbelastung $80\,^0/_0$, bei $^3/_4$ $76\,^0/_0$, bei $^1/_2$ $74\,^0/_0$ Wirkungsgrad. Die Drehzahländerung bei plötzlicher Entlastung von Vollast auf Leerlauf beträgt $7{,}2\,^0/_0$, Zeit des Reguliervorganges 7 bis 8 Sek., Drehzahländerung $5{,}1\,^0/_0$. Die Drehstromgeneratoren von Oerlikon haben feststehende Hochspannungswicklung und rotierende Erregerwicklung und geben bei 375 Umdr. und 50 Perioden 13500 Volt Spannung. Die 38poligen Erregermaschinen liefern bei $n = 750$ und 90 Volt je 800 Amp., n bei Vollast $92\,^0/_0$. Durch das Hochspannungsnetz von 13500 Volt und 600 km Länge wird ein Gebiet von 1300 qkm versorgt. Es hat zwei unabhängige Stromkreise, einen mit Wechselstrom für Licht-, einen mit Drehstrom für Kraftzwecke. Die gesamte Energie wird durch an Holzmasten aufgehängte Fernleitungen übertragen; die Zahl der Unterwerke beträgt 223.

Die Hochspannungskraftübertragung an der Urfttalsperre. (E. T. Z., 19. und 26. März 1908, S. 307, 336 u. 355.)* I. Wasserkraftanlage: Fassungsvermögen des Stausees 45,3 Mill. cbm, Oberfläche 2,16 qkm, mittlere durchfließende Wassermenge pro Jahr = 160 Mill. cbm, pro Sek. 4,7 bis 6,2 cbm. Kronenlänge der Sperrmauer verhältnismäßig gering (226 m), größte Höhe der Sperrmauer 58 m. Zum Kraftwerk führt ein geradliniger Stollen von 2800 m Länge, 6,14 qm Querschnitt (2,56 × 2,72 m) und 1 : 2750 Gefälle. Vom Wasserschloß führen zwei in Beton eingebettete Stahlrohre von 1,5 m Durchm. und 20 mm Wandstärke und 70 m Länge zum Kraftwerk. Nutzgefälle 70 bis 110 m. II. Kraftwerk: Lichte Maße des Maschinenhauses 30 × 23 m, Kran für 8 t Nutzlast. Raum für acht Maschinengruppen von je 2000 PS, vorläufig sechs davon aufgestellt. Jede Gruppe besteht aus einer Francisturbine von Escher, Wiß & Co. (für 2000 PS bei 110 bis 85 m Gefälle und 1550 PS bei 70 m Gefälle, Drehzahl 500 pro Min.), elastisch gekuppelt mit einem Drehstromgenerator der Felten & Guilleaume-Lahmeycrwerke (1600 KVA, 5000 Volt). Laufrad der Turbine aus Magnesiumbronze, Durchmesser 0,95 m. Belastungs- und Geschwindigkeitsregelung erfolgt durch Verstellung der Leitschaufeln durch einen Hilfsmotor. Ein Überdruckregler läßt selbsttätig beim plötzlichen Schließen der Leitschaufeln das Wasser aus dem Zufußrohr unmittelbar in den Unterwasserkanal fließen. Bedingungen für die Turbine: bei plötzlichen Belastungsschwankungen von 10, 25 und $30\,^0/_0$ dürfen die Geschwindigkeitsänderungen nicht mehr als 2, 3 und $4\,^0/_0$ und die Druckschwankungen nicht mehr als 1,5, 3 und $5\,^0/_0$ betragen, Schließungszeit von voller Öffnung bis Schluß nicht mehr als 2 Sek. Gemessene Wirkungsgrade bei 110 m Gefälle: 81,7 bis $86{,}3\,^0/_0$ bei Vollast, $77{,}2\,^0/_0$ bei $^3/_4$ und $72\,^0/_0$ bei $^1/_2$ Last. III. Schaltanlage: von den Siemens-Schuckertwerken. Für jeden Generator ist ein 2000 KW-Transformator für 5000/55000 Volt mit künstlichem Ölumlauf aufgestellt. Wasserstahlrelais, Hörnerblitzableiter und Drosselspulen als Überspannungsschutz. Als Schalter sind nur Ölschalter mit besonderem Gehäuse für jede Phase verwendet, die elektrisch von fern betätigt werden. IV. Leitungsanlage: Länge der Hochspannungsleitungen 166 km, der Niederspannungsleitungen 238 km. Isolatoren von der P.-F. Hermsdorf mit 105000 Volt Überschlagsspannung in trockener Luft und 61 bis 78000 Volt im Regen. Im ersten Betriebsjahr häufig Störungen durch atmosphärische Entladungen, durch Baumzweige und Vögel, Anzahl der täglichen Unterbrechungen an gewitterreichen Tagen bis 20, gegenwärtig Abhilfe durch weitere Einstellung der Hörnerblitzableiter. Die Fernsprechleitungen sind an demselben Gestänge wie die Hochspannungsleitungen, unter diesen geführt. V. Wirtschaftliches: Bau-

kosten der Stauanlage einschließlich Stollen und Kraftwerk M. 8,5 Mill., Gesamtkosten einschließlich der elektrischen Anlagen und der Verteilungsnetze rd. M. 10 Mill. Kosten der Sperrmauer und des Staubeckens M. 4 Mill., d. s. M. 0,09 für 1 cbm Wasser (bei der Remscheider-, Barmer- und Ronsdorfer Sperre M. 0,54 bzw. 0,80 und M. 1,70 pro cbm). Die Stromlieferung erfolgt an die einzelnen Landkreise zu 3,8 bis 4,1 Pf. für die KW.St. Diese Landkreise, die ihr Verteilungsnetz auf eigene Kosten bauten, verkaufen die KW.St. bei Anschluß an das 5000 Voltnetz zu 6 bis 25 Pf., bei Anschluß an das Niederspannungsnetz zu 35 Pf./KW.St. Durch die Wasserkraftanlage allein verzinst sich die gesamte Stauanlage schon zu rd. 4%.

The Post Falls Development of the Washington Water Power Company. Von C. S. Mae Calla. (Elect. World, 23. Mai und 30. Mai 1908, S. 1095 und 1135.)* Wasserkraftwerk am Spokane River. Seehs Maschineneinheiten bestehend je aus einer Francis-Doppelturbine mit wagrechter Welle (138 Umdr. pro Min.), gekuppelt mit einem Drehstromgenerator (2250 KW. 2300 Volt, 60 Perioden). Wirkungsgrad einer Turbine 80% bei 70 bis 100% Öffnung und 15 m Gefälle. Wirkungsgrad der Generatoren 95,5, 94,5 und 92% bei $^1/_1$, $^3/_4$ und $^1/_2$ Last. Spannungserhöhung bei Ausschaltung der induktionsfreien Vollast $< 8\%$. Die seehs Stück 2200 KW-Transformatoren (Übersetzung 2300/60000 Volt) sind wassergekühlte Öltransformatoren. Auf der Niederspannungsseite Dreieck-, auf der Hochspannungsseite Sternschaltung mit geerdetem Nullpunkt. Kühlwasserverbrauch eines Transformators 681 pro Min. Gewicht eines Transformators ohne Öl 18,2 t mit Öl 26,2 t. Wirkungsgrad der Transformatoren 98, 97,7, 97% bei $^1/_1$, $^3/_4$ und $^1/_2$ Last. Jeder Transformator steht in einer gemauerten Zelle, die durch eine eiserne Rollwand abgeschlossen werden kann, das Öl kann entweder in die Ölkammer, oder (bei Feuersgefahr) unmittelbar in den Fluß entleert werden. Ein Tirillregulator zur Spannungsregulierung, da stark wechselnde Belastung. Abbildungen der 60000 Volt Olsehalter mit Zeitrelais. Rollenblitzableiter der General Electric-Ausführung. Die 60000 Volt Fernleitung ist in zwei vollständig voneinander getrennten Linien ausgeführt, die Telephonleitung ist unterhalb der Hochspannungsleitung auf demselben Gestänge verlegt. Isolatoren 4teilig, Durchmesser 350 mm, Höhe 320 mm.

The Electrical Industry in France. By G. Dary. (El. Review, London, 24. April 1908.)* Verteilung elektrischer Energie an der Mittelmeerküste.[1]) Die Société Energie Electrique du Littoral Mediteranéen, welche im Jahre 1900 gegründet wurde, verfügt heute über 56000 PS, von denen 34000 PS Wasserkräfte sind.

Durch die Vermittlung der Unternehmung »Sud Electrique« ist das Absatzgebiet auf 200 Städte und Ortschaften mit $1^1/_2$ Mill. Bewohnern angewachsen. Sämtliche Verteilungsnetze sind untereinander durch Leitungen verbunden, so daß elektrische Energie auch bei den ungünstigsten Wasserverhältnissen hinreichend zur Verfügung steht. Das investierte Kapital beträgt über M. 50 Mill. Eine kurze Charakteristik der bestehenden Kraft- und Verteilungsanlagen wird gegeben: 1. Alpes Maritimes Departement: Stromerzeugung und Übertragung mit 11000 Volt Drehstrom, primäre Verteilung 2200 Volt, sekundäre Verteilung 115 und 230 Volt. Die Dampfreserven bestehen fast ausschließlich aus Turbogeneratoren. In Nizza sind drei Curtisturbinen zu je 1500 PS aufgestellt. 2. Var Departement: Übertragung nach Toulon und Umgebung mit 30000 Volt Drehstrom. Stromerzeuger (Entraigues) für 3500 Volt zu je 1000 PS, Verteilung primär mit 3500 Volt und 10000 Volt. Die Wasserkraftanlage St. Cézaire nutzt ein Hochdruckgefälle von 350 m aus (vier Peltonturbinen zu 2500 PS) und liefert auch Drehstrom von 11000 Volt für das Gebiet Alpes Maritimes. 3. Bouche du Rhone, Alpes Supérieurs etc.: Übertragung mit 50000 Volt nach Marseille und Rhône-Distrikt. Gesamtleistung der Wasserkraftwerke an der Duranee 60000 PS. Primäre Verteilung 13200 Volt. Drei Reserve-Dampfkraftwerke, hiervon zwei in Marseille mit Curtisturbinen, acht Einheiten zu 1500 PS; eine weitere zu 5000 PS in Aufstellung begriffen. Wasserkraftanlage La Brillane vier Francisturbinen zu 3500 PS, 7500 Volt, Übertragung 50000 Volt auf Stahlmasten, 12 m Höhe, 75 m Abstand. Anschlußgebiete: 10 Straßenbahnen in Nizza, Cannes, Monte Carlo etc., ferner 16 Unternehmungen für Stromabgabe.

[1]) Vgl. Heft 10, S. 201, der Zeitschrift E. K. u. B.

E. Bau der Fahrzeuge.

2. Das Fahrzeug und seine mechanischen Einzelheiten.

Improved Steel Car for the New York Subway. (Street R. Journ., 14. März 1908, S. 422.)* Maßgebend für die neue Bauart war: Die Erweiterung der Plattformtüren, vollkommene Feuersicherheit und Abgehen von der Naehahmung des hölzernen Wagens. Breite der Plattformtüren 1,27 m gegen 1 m von früher. Infolge des Ersatzes von feuerfestem Holz durch Stahl Gewichtsverminderung etwa 900 kg; Gesamtgewicht 14500 kg gegen 15400 von früher. Einzelheiten des Aufbaues und der Leitungsführung, maßstäbliche Figuren. Maße:

Länge über die Eeksäulen des Oberwagens	12,00 m
Länge über die Zughaken	15,64 »
Breite über die Langschwellen	2,60 »
Breite über dem Plattformboden . . .	2,70 »
Höhe von S. O. bis zum Daeh (lichtes Profil)	3,65 »

7. Mit Akkumulatoren bewegte Fahrzeuge.

Generating Station, Garage and Equipment of the Auto Transit Company of Philadelphia, Pa. (El. World, 22. Febr. 1908, S. 383.)* Die Gesellsehaft betreibt eine rd. 10 km lange Strecke mit elektrisehen Omnibussen. Das Laden der Akkumulatoren erfolgt vom eigenen Kraftwerk aus (drei 150 PS-Lavalturbinen, jede treibt zwei Gleiehstromgeneratoren für 115 Volt). Der Lade- und Reparierraum ist für 80 Batterien eingerichtet, Platz zur Erweiterung für noeh 40 Batterien. Das Laden der Batterien kann auf zwei versehiedene Weisen erfolgen: entweder wird eine einzelne Batterie an eine große für Ladezweeke vorhandene ortsfeste Akkumulatorenbatterie gelegt und ihr mittels eines dreifaehen Umsehalters naeheinander eine Spannung von 90, 100 und 110 Volt zugeführt oder es werden mehrere Batterien zusammen an einen der sechs vorhandenen Gleiehstromgeneratoren angeschlossen. Jede der transportabeln Batterien enthält 42 Zellen, Entladestrom 70 Amp. während vier Stunden. Jeder

Omnibus, von denen 25 in Gebrauch sind, enthält 34 Sitzplatze und ist mit vier Radnabenmotoren für 22 Amp., 90 Volt und 1600 Umdr. pro Min. ausgerüstet. Normale Geschwindigkeit eines Wagens auf ebener Straße 19,3 km/St. Gewicht eines Wagens 5,13 t. Wagengewicht pro Fahrgast 151 kg. Nutzlast 47,5% des Wagengewichtes. Demgegenüber wiegt bei einem Brill semi-convertible car für 40 Personen der Wagen 14,4 t, Wagengewicht pro Fahrgast = 360 kg, Nutzlast nur 19,7 % des Wagengewichtes.

G. Bahnbetrieb und -unterhaltung, Verkehrswesen.

The Car Equipment Department of the Interborough Rapid Transit Company. (Street R. Journ., 28. März 1908, S. 478; 4. April 1908, S. 510.)* Zu unterhalten sind 1439 Trieb- und 994 Beiwagen bei einer Gleislänge von 190 km Hochbahn und 128 km Untergrundbahn. In 1907 wurden rd. 165 Mill. Wagenkm zurückgelegt und 472 Mill. Fahrgäste befördert. Zugfolge während des Höchstverkehrs 1 Min. 40 Sek. auf den Untergrund- und 51 Sek. auf den Hochbahnstrecken. Schema der Organisation für die Unterhaltung der Wagen. Formulare für Berichte, Buchführung, Betriebsergebnisse usw. für die einzelnen Bahnhöfe. Die ganze Bahnanlage umfaßt fünf Wageninspektionen, wovon zwei für die Untergrund-, drei für die Hochbahnlinien. Beispiele der Buchführung über die einzelnen Wagen. Im Jahre 1906 waren 1392 Hochbahn- und 793 Untergrundwagen in Betrieb. Erstere beanspruchten 60911, letztere 26349 Untersuchungen. Die Kosten hierfür betrugen Doll. 168111 bzw. Doll. 203098, d. s. für 1000 t-Meilen bei Untergrundwagen Doll. 0,1763, bei der Hochbahn nur Doll. 0,123, also für erstere 69% mehr. Einzelheiten über die Untersuchung der Motoren und sonstigen elektrischen und mechanischen Wagenteile in den Werkstätten. Eine Untersuchung der Wagen erfolgt außerdem an den Endstationen durch besonderes Personal, wenn von den Wagenführern Störungen gemeldet werden. Kosten für Schmierung der Wagen für 1000 t-Meilen: Untergrund Doll. 0,009885, Hochbahn Doll. 0,009415 für Triebwagen und Doll. 0,002777 bzw. Doll. 0,00192 für Beiwagen. Mitteilungen über Reinigung und Entstaubung der Wagen und Kosten hierfür.

The Car Defect Record System of the Boston Elevated Railway Company. (Street R. Journ., 4. April 1908, S. 554.)* In Besitz der Gesellschaft waren in 1907 3402 Personenwagen mit 5137 Motoren. Mitteilungen über die Unterhaltung der Wagen für die Niveaulinien, welche sich auf 25 Wagenhallen und 2 Werkstätten verteilt. In den ersteren erfolgen nur die kleineren Reparaturen. Einzelheiten über Organisation, Formulare für Meldungen von Störungen usw.

H. Verwaltungstechnik. Verhältnis zu Behörden, Rechtsprechung, Unfälle, allgemeine wirtschaftliche Untersuchungen, Statistik.

Statistik of American Railroads. (El. World, 18. Jan. 1908, S. 131.) Nach dem 25. Bericht der Interstate Commerce Commission betrug am 30. Juni 1906 in den Ver. Staaten die gesamte Gleislänge 361090,09 km (gegen das Vorjahr + 10078,27); im Dienst standen 51672 Lokomotiven (+ 3315) und 1958912 Wagen aller Art (+ 116041), zusammen an rollendem Material 2010584 Stück. Die Anzahl der Angestellten betrug 1521355, d. s. 422 pro 100 km Gleislänge. Diese empfingen vom 1. Juli 1905 bis 30. Juni 1906 an Gehalt M. 3603206612, d. i. im Durchschnitt pro Kopf und Jahr M. 2366. Gesamtwert der Eisenbahnen in den Ver. Staaten M. 58281685912, d. h. rd. M. 161400 pro km Gleislänge. Von diesem Gesamtkapital geben M. 9117205332, d. h. 33,5% keine Dividende, der Rest zahlte M. 19911831896 Dividende, das sind im Mittel 6,03%. Befördert wurden im Betriebsjahr 799507838 Personen (+ 60673171) und 1631374219 t Frachtgut (+ 203642314 t). Die Einnahmen betrugen M. 9303086668 (+ M. 973131044), die Ausgaben M. 6047509084 (+ M. 585100476). Getötet wurden rd. 5000, verletzt 76286 Personen, rd. 10000 mehr als im Vorjahre.

The Produktion System of the Westinghouse Electric and Mfg. Company. By H. M. Wharton. (The Enging. Mag., Nr. 6, März 1908, S. 891.) Verfasser, der bei obiger Gesellschaft 12 Jahre lang in verschiedenen Stellungen beschäftigt war, bespricht eingehend die Organisation des Geschäfts in den folgenden sechs Abteilungen, die mittel- oder unmittelbar mit der Fabrikation in Zusammenhang stehen:

1. Korrespondenzabteilung, 2. Ingenieurabteilung, 3. Verkaufsabteilung, 4. Werkstattabteilung 5. Rohmaterial- und Fertigfabriklager, 6. Versandabteilung.

J. Allgemeines.

A new System of Former Winding for semi-closed Slots. El. Rev. London, 20. März 1908.)* Für halbgeschlossene Nuten wird nach Patenten von Creedy eine neue Art der Bewicklung mit Formspulen beschrieben. Die ursprüngliche Methode der Bewicklung von Hand aus mit seitlichem Einziehen des Drahtes ist langwierig, kostspielig. Die Einführung der Wicklung durch die Nutenöffnung ist viel rascher und billiger als die erste Methode, doch kann die Drahtisolation hierbei leicht beschädigt werden. Für größere Maschinen werden meist Formspulen benutzt, welche in die Nuten eingewickelt werden. Es kann hierbei jedoch leicht zum Schiefliegen der Drähte und Verletzung der Isolation kommen. Dies wird vermieden durch Verwendung U-förmiger offener Drahtstücke, welche in der Längsrichtung der Nut eingeführt werden und nachher mit einem geraden Drahtstück verlötet verwendet. Die Methode des Verfassers vermeidet die Lötung durch einfaches Umbiegen der Spulenköpfe aus der Nutenebene in die hierzu senkrechte Richtung des Luftspaltes und Wiederherstellung (Umbiegen) nach erfolgter Einführung in die Nut. Die Vorteile dieser Methode sind: 1. Der in die Nut eingebrachte Teil der Spule behält seine ursprüngliche Form bei, kann daher nicht schief liegen bzw. beschädigt werden. 2. Derartig hergestellte Spulen sind leicht aus der Nut zu entfernen und zu reparieren. 3. Die Wicklung kann in Isolationsröhren bzw. Zwischenlagen vor Einbringen in die Nut eingebettet werden. 4. Der Zeitgewinn gegen Handbewicklung beträgt 50%. Die Methode kann sowohl für Wellen- als Schleifenwicklungen verwendet werden, in ersterem Falle sind mehrere Formschablonen erforderlich. Das Umbiegen der Spulenköpfe (nur auf einer Seite) kann vor dem Einlegen oder auch während desselben erfolgen. Erstere Methode gestattet ein leichteres Arbeiten bei Stator- und Rotorbewicklung mit Formspulen, letztere Methode ist bei schweren und dicken Spulen vorteilhafter.

Herausgegeben von Professor Dr.-Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet
ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN
CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.

Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Eugen EICHEL-Berlin, Beratender Ingenieur; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GORGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; L. C. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPANGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VÁLATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **4. November 1908.** **Heft 31.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzureichen ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Die Rittnerbahn (Tirol). Von Dr.-Ing. Egon E. Seefehlner, Wien. (Schluß.) S. 625.

Über Wechselstrombahnmotoren der Maschinenfabrik Oerlikon und ihre Wirkungen auf Telephonleitungen. Von Dr. Hans Behn-Eschenburg. (Schluß.) S. 634.

Kleine Nachrichten. S. 636. Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft: Elektrisch betriebene Förderanlage für den Mauvaschacht der konsolidierten Heinitzgrube, Beuthen, O.-S. — Bau der Fahrzeuge: Akkumulatorendoppelwagen der Preußischen Staatsbahnen. — Aus dem Rechtsleben. Haftpflichtfall.

Geschäftliches. S. 636. Taschenpreisliste der Firma Dr. Paul Meyer, A.-G., Berlin.

Aus den Geschäftsberichten. S. 633. Auszug aus dem Bericht der Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft vorm. W. Lahmeyer & Co., Frankfurt-Main, über das Geschäftsjahr 1907/08.

Neue Bücher. S. 633.

Zeitschriftenschau. S. 634.

Die Rittnerbahn (Tirol).

Von Dr.-Ing. Egon E. Seefehlner, Wien. (Schluß.)

Die elektrische Einrichtung der Lokomotiven besteht aus zwei Nebenschluß-Wendepolmotoren (Fig. 674) von je 150 PS Dauerleistung; die Motoren haben vier Haupt- und vier Wendepole und laufen mit 750 Umdr. pro Min. Die Motoren haben mit Rücksicht auf die heftigen Ersehütterungen, denen sie im normalen Betrieb ausgesetzt sind, eine sehr kräftige Bauart, einteiliges Gehäuse, Stehlager mit Ringschmierung und verstellbare Bürstenträger. Letztere Einrichtung ist ein für die Einstellung der beiden Motoren einer Maschine auf gleiche Last sehr bequemes und wertvolles Mittel.

Die Wendepole gestatten eine Bürstenverschiebung in praktisch beliebigen Grenzen vorzunehmen; die Bürstenstellung beeinflußt natürlich die Charakteristik des Motors, ermöglicht also bei richtiger Wahl den Parallelbetrieb der beiden Motoren einer Lokomotive nach Bedarf zu regeln. Der trotzdem vorhandene Ausgleichswiderstand dient dann nur zur feineren Einstellung.

Die Schaltung der elektrischen Einrichtung geht aus dem Schema Fig. 675 hervor; charakteristisch ist, daß die Anker unmöglich unter Strom gesetzt werden können, wenn die Felder unerregt sind, und daß jeder Motor mit den gesamten zugehörigen Apparaten einen vollständig unabhängigen Maschinensatz bildet.

Die Geschwindigkeitsregelung erfolgt mittels eines Nebenschlußwiderstandes, der mit dem Fahrschalter zwangläufig verbunden ist.

Diese Regelung ist nötig, um für die Berg- und die Talfahrt die gleichen Geschwindigkeiten zu erhalten; die Motoren laufen in der Talfahrt als Generatoren mit Stromrückgabe naturgemäß rascher als in der Bergfahrt. Das Feld ist so bereehnet, daß die zulässige Geschwindigkeit in der Talfahrt bei voller Erregung nicht überschritten wird; in der Bergfahrt wird eine entsprechende Feldschwächung vorgenommen, desgleichen auf den Reibungsstrecken, in denen bis 12 km/St. gefahren werden kann.

Die Personenmotorwagen (Fig. 676 bis 679), und zwar sowohl die vier- als auch die zweiachsigen, sind mit zwei normalen Bahnmotoren von 45 PS ausgerüstet. Die elektrische Einrichtung unterscheidet sich von der üblichen Reihen-Parallelschaltung normaler Trambahnwagen — abgesehen von der sorgfältigeren, der höheren Betriebsspannung entsprechenden Ausführung der Isolation und Funkenlöschung — in keiner Weise.

Mehr Interesse bietet die mechanische Einrichtung der Wagen, die bezüglich Raumausnutzung allerdings für ähnliche Anlagen nicht vorbildlich sein sollte, weil die gewählte Sitzanordnung nicht wirtsehaftlich ist.

Die vierachsigen Wagen fassen bei einem Leergewicht von 21 t nur 58 Sitzplätze. Die Lokomotive ist 16,3 t schwer, das Leergewicht des Zuges erreicht somit 645 kg pro Sitzplatz. Die Züge können jedoch auch aus zwei zweiachsigen Wagen — ein Motorwagen und ein Beiwagen — zusammengesetzt werden. Ein soleher Zug fast 64 Personen und ist ohne Lokomotive 21,5 t schwer. Auf einen Sitzplatz entfällt somit ein Totgewicht von 590 kg.

Diese Zahlen in Gegeniiberstellung mit den Gewichtszahlen anderer Zahnradbahnen, insbesondere solchen ohne Reibungsstrecken, erscheinen sehr hoch und fordern zur Kritik heraus, wenn vermieden werden

Bahnen mit gemischtem Betrieb

Motorwagen für Zahnstange und Adhäsion | Lokomotiven f. Zahnstange: Motoren f. Adhäsion | reine Zahnradbahnen

Name der Bahnunternehmung	Der Zug besteht aus: L: Lokomotive Kw: Kowanwagen M: Motorwagen B: Beiwagen	Gewicht in t / Sitzplätze	Stromsystem Gleichstr.: G Drehstr.: D Die Zahl gibt die Spannung an	Motoren pro Zug: Anzahl	Leistung	Drehzahl	Geschw. km/St.	Steigung in %	Totes Gewicht des Zugs in t: pro Sitzplatz	pro qm des Personenwagens	Mittelwerte	Länge in km: Zahnstange	Adhäsion	Gesamt	Wagenbreite, Sitzanordnung
Gornergratbahn	L + Kw + B 11 + 6,2 + 3,2 60 + 50	20,4 t 110 Sp	D 550	2	90	785	7,2	25	0,186	0,467	0,267 pro Sitzplatz 0,350 pro qm	9,02	—	9,02	2,5 Q_{CC} u. G_{Rw}
Brunnen—Morschach	L + Rw + B 10,5 + 4,6 + 3,9 40 + 40	19,0 t 80 Sp	D 750	2	100	750	9,6	17	0,238	0,592		2,05	—	2,05	2,5 Q_{CC} G_{Rw} $\frac{1}{2}$ Q_{B}
Jungfraubahn	L + Rw + B 13,5 + 4,3 + 3,9 40 + 40	21,7 t 80 Sp	D 550	2	120 150	700	8,1	25	0,272	0,624		4,34	—	4,34	2,5 QCG
Wengernalpbahn	L + 2 B 15 + 11 94	26,0 t 94 Sp	G 1500	28	150	—	—	25	0,271	0,520		16,87	—	16,87	2,5 QCG
Martigny—Chatelard	L + 2 B 19,6 + 22 96	41,6 t 96 Sp	G 750	28	150	750	7,0	20	0,433	0,694	0,433 0,694	2,52	—	—	—
Aigle—Leysin	L + M 16 + 11,4 38	27,4 t 38 Sp	G 650	28	110	615	7,5	23	0,036	1,085		4,8	1,99	6,79	2,2 QCGF
Bex—Gryon—Villars	L + M 10 + 12,5 56	28,5 t 56 Sp	G 650	2	110	545	8,0	20	0,510	0,971		4,9	7,5	12,44	2,2 QCOF
Opcina	L + M 11 + 10,5 32	21,5 t 32 Sp	G 550	2 N	100	700	7,2	25	0,672	1,130	0,015 pro Sitzplatz 1,017 pro qm	0,92	5,43	6,25	2,5 QMG
Kittnerbahn	L + M + B 16,2 + 12,7 + 8,8 32 + 32	37,3 t 64 Sp	G 750	2 N	150	750	6,5	25,5	0,590	0,880		4,14	7,71	11,85	2,5 QMG
Stansstaad—Engelberg	L + M 12,7 + 14,0 35	26,7 t 56 Sp	D 650	2	75	650	5,0	25	0,477	0,920		1,50	21,02	22,52	2,2 QCGF
Vesuvbahn	L + M 10,4 + 8,4 24	18,8 t 24 Sp	G 550	2 N	80	700	7,5	25	0,784	1,240	Tonnen	1,64	5,95	7,59	2,2 QCO
Arth—Rigi	M 96	96 Sp	G 750	2 S	130	750	7,5	21	—	—		8,58	4,27	12,85	3,0 QCO
Filderbahn	M + B 24 + 6,5 32 + 60	30,5 t 92 Sp	G 600	2 N	150	550	10,0	17	0,333	0,602		1,93	29,49	31,42	2,2 LG
Martigny—Chatelard	M + B 34,5 + 10 80 + 48	44,5 t 128 Sp	G 750	4 S	60	750	7,0	20	—	—	0,462 pro Sitzplatz 0,655 pro qm	2,52	—	—	—
Münsterschlucht	M + B 23 + 4 40 + 32	27,0 t 72 Sp	G 750	4 S	85	—	7,5	22	0,375	0,730	Tonnen	2,8	3,3	10,8	2,2 QCG
Stansstaad—Engelberg	M 19 56	19,0 t 56 Sp	D 750	2	80	—	5,0	25	0,340	0,652		1,5	21,02	22,52	2,2 QCG
Salève	M 32	— 32 Sp	G 600	2	40	600	5,5	25	—	—		2,0	6,5	9,10	2,2 QCG
Trait—Planches	M 9,6 12	9,6 t 12 Sp	G 480	3 S	30	600	9,0	15	0,800	0,532		0,6		0,6	2,2 LG

Erklärung der Abkürzungen: S = Hauptschlußmotor. N = Nebenschlußmotor. Sp = Sitzplätze. Q = Quersitze. L = Längsitze. C Abteil. M = Mittelgang. G = Geschlossen O = Offen.

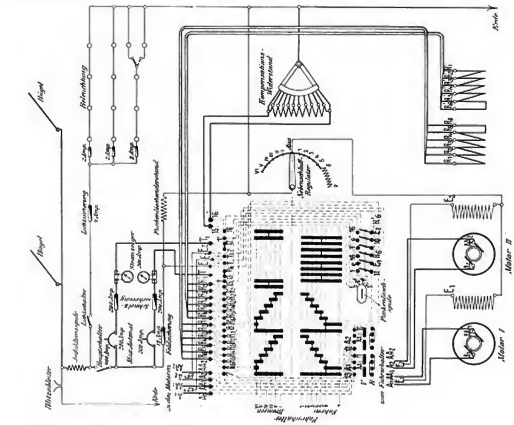


Fig. 675. Schaltungsschema der Zahnradlokomotive.

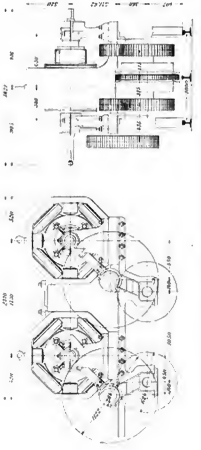


Fig. 674. Motoren samt Antrieb der Zahnradlokomotive. (Maßstab 1 : 40.)

Fig. 676. Zug auf der Zahnradstrecke.

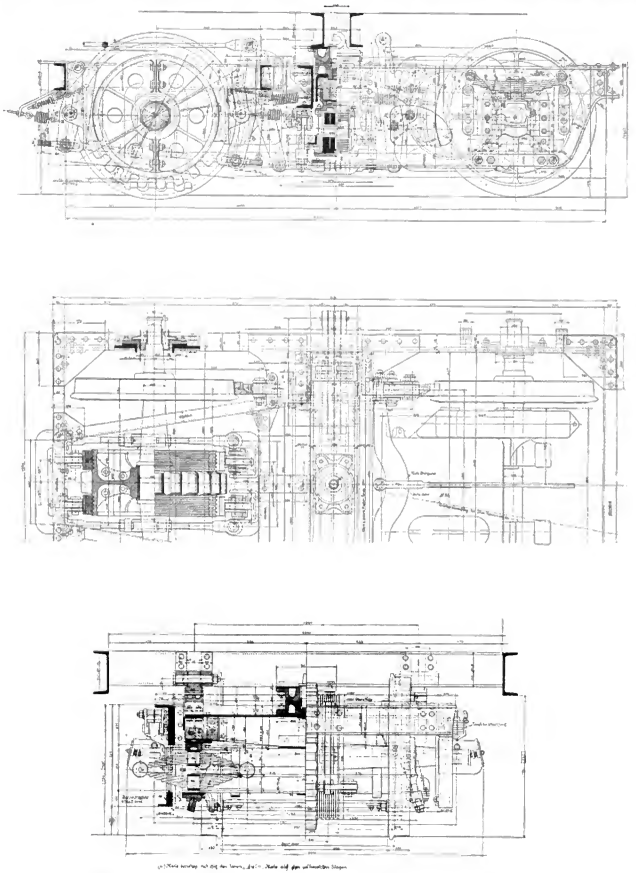


Fig. 677. Drehgestell mit gepreßter Wiege für vierachsige Motorwagen mit Zahnrad- und Adhäsionsbremse. (Maßstab 1 : 20.)

soll, daß hieraus in bezug auf das gewählte »gemischte Betriebssystem« (Motorwagen für den Adhäsionsbetrieb, Lokomotiven, die erstere schieben, für den Zahnstangenbetrieb) nachteilige Schlußfolgerungen gezogen werden.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die in letzterer Zeit insbesondere auf Anregung des bekannten Schweizer Ingenieurs Emil Strub, Motorwagen für gemischten Betrieb gebaut wurden, die auf die vorhandene Sitzplatzzahl bezogen, wesentlich kleinere Gewichte aufweisen und dementsprechend geringeren Arbeitsverbrauch haben. (Münsterschlucht 375 kg, Stansstaad—Engelberg 340 kg, Martigny—Chatelard 350 kg.) Diese Zahlen dürfen den die Gewichtszahlen auf die vorhandenen Sitzplätze bezogen, keine Schlußfolgerung auf das durch das gewählte System bedingte Totgewicht zulassen, und zwar deshalb nicht, weil die Ausstattung der Wagen, Anzahl und Größe der Plattformen, ev. vorhandene Abteile für Gepäck u. dgl. das Resultat wesentlich beeinflussen.

Aus dem gleichen Grunde ist die Gegenüberstellung des für einen Sitzplatz nötigen Arbeitsverbrauches unzulässig; hierbei tritt außer der Wagentype als störendes Moment hinzu, daß die für einen Zug tatsächlich nötige Leistung nicht gegeben ist. Der Vergleich der Leistungsfähigkeit der in einem Zuge untergebrachten Motoren

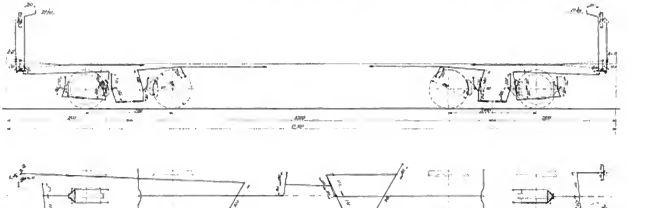


Fig. 678. Bremsschema des vierachsigen Personenmotorwagens. (Maßstab 1 : 80.)

entsprechenden Werten der Rittnerbahn nicht ohne weiteres gegenübergestellt werden, denn die in Österreich aus Bequemlichkeitsrücksichten zumeist verlangte Sitzanordnung mit Mittelgang, die eine sehr schlechte Raumausnutzung ergibt, hat mit dem Zugförderungssystem als solchen nichts zu tun. Allerdings ist bei der Sitzanordnung mit Mittelgang die große Zahl der vorhandenen Stehplätze zu berücksichtigen, die bei einem Andrang doch gute Dienste leistet. Weiters ist zu beachten, daß die österreichischen Eisenbahnvorschriften zu viel schwereren Wagenkonstruktionen führen, als dies z. B. in der Schweiz der Fall ist, wo man sich in vielen Fällen mit offenen Wagen begnügt.

Beispielsweise sei angeführt, daß die Motorwagen der Stansstaad-Engelbergbahn bei 14 m gesamte Länge und einem Fassungsraum von 56 Sitzplätzen 14 t Gewicht haben, wovon auf die elektrische Einrichtung etwa 3 t entfallen dürfte. Die ebenfalls vierachsigen und zweimotorigen Wagen der Rittnerbahn würden, wenn nur eine Wagenklasse und an Stelle des Mittelganges Abteile mit Seiteneinstieg gewählt würden, bei 14,82 m Länge 80 Personen fassen. Da das Gesamtgewicht 21 t beträgt, wovon 2 t auf die Motoren usw. entfallen, wiegt der mechanische Teil dieses Wagens pro Sitz 225 kg und pro 1 m Wagenlänge 1215 kg gegen 197 kg bzw. 1000 kg für den Stansstaad-Engelbergerwagen.

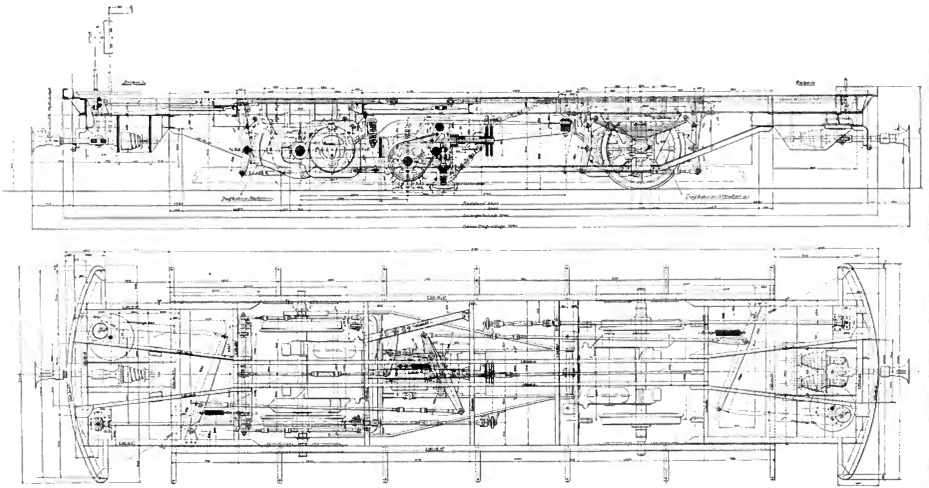
Die vorstehende Tabelle auf Seite 618, die die wichtigsten Daten von 16 Zahnradbahnen enthält, beweist, daß führt unbedingt zu Trugschlüssen, weil die Größe der verwendeten Motoren von der persönlichen Vorsicht des projektierenden Ingenieurs zu sehr abhängt, anderseits in den wenigsten Fällen bekannt ist, ob die Leistungsangabe der Motoren als Stundenleistung im Sinne der Verbandsnormalien oder als Dauerleistung zu verstehen ist; letzteres wäre jedenfalls richtiger, denn im Betrieb der Bergbahnen handelt es sich stets um die dauernde Beanspruchung der Motoren.

Die nähere Betrachtung der bei Bergbahnen so wichtigen Sitzanordnung und Gewichtsfrage führt zu der Erkenntnis, daß die reinen Zahnradbahnen der Schweiz (Jungfrau, Gornergratbahn u. a.) die größtmögliche Platzausnutzung bei ihren Personenwagen durchgeführt haben.

Die Wagen sind in einzelne Abteile mit Seiteneinstieg geteilt und haben eine verhältnismäßig kurze Plattform; auf Stehplätze wird richtigerweise von vornherein verzichtet.

Bei gegebenen Bodenflächendimensionen des Wagenkastens einschließlich Plattformen (jedoch ausschließlich der Pufferlängen) könnte ohne nennenswerte Gewichtsänderung bei jedem Wagen diese, wenn auch nicht bequemste, so immerhin vom Standpunkt der Raumausnutzung ideale Sitzanordnung gewählt werden. Züge mit gleich großer Grundfläche des Wagenkastens sind demnach gleichwertig. Bei dieser Sitzanordnung können auf 1 qm 2,3 Sitze angeordnet werden.

Die Grundfläche der Wagen kann also als Maß für



Gewicht beladen ca. 16000 kg.

Adhäsions-Backenbremse: Kraft an der Kurbel = 20 kg.

Übersetzung $= \frac{260}{45} \times \frac{90}{35} \times \frac{1245}{360} \times 2 \times \left(\frac{520 - 265}{205} + \frac{530}{205} \times \frac{470 + 235}{470}\right)$

$= 5{,}77 \times 2{,}57 \times 3{,}5 \times 2 \times (3 + 2 \times 1{,}5) = 693.$

Bremsdruck $= 20 \times 693 = 12460$ kg.

d. i. $\frac{12460}{160} = 78\%$ vom beladenen Wagengewicht.

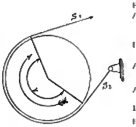
Theoretischer Bremsklotzweg $= \frac{950}{43} = 22$ mm.

Zahnrad-Handbremse:

Gewicht des besetzten Motorwagens = 16000 kg

" " Beiwagens = 13000 "

G = Gesamtgewicht = 29000 kg.



Ergibt einen Hangabtrieb von 7250 kg.

P = Kraft am Umfang der Bremsscheibe $= \frac{7250 \times 255}{200} = 9244$ kg ~ 9250 kg.

Der Wagen ist mit einer Verzögerung $\mathcal{J} = 0{,}5$ m/Sek.² abzubremsen.

P_2 = Verzögerungskraft $\frac{G}{g} \cdot \mathcal{J}$

$= 2900 \times 0{,}5 = 1450$ kg.

B = Notwendige nutzbare Bremskraft $= P_1 + P_2 = 9250 + 1450 = 10700$ kg.

Der umspannte Winkel $\alpha^0 = 220^0$.

Bogenmaß $= 2\pi \frac{\alpha}{360} = 3{,}837$.

Reibungskoeffizient $\mu = 0{,}2$.

$\lambda = e^{\mu\alpha} = 2{,}718^{0{,}2 \times 3{,}837} = 2{,}159.$

Größte Bremsbandspannung $S_2 = \frac{B}{\lambda - 1} + B = 9232 + 10700$

$= S_2 = 19932$ kg.

S_1 = kleinere Bremsbandspannung = notwendige Bremskraft $= \frac{B}{\lambda - 1}$

$= 9232 \sim 9250$ kg.

Kraft an der Kurbel = 50 kg.

Wirkungsgrad = 0,2.

Vorhandene Übersetzung $P = \frac{180 \times 60 \times 80}{60 \times 40 \times 7{,}5} \times \frac{2 \times 167{,}5 \cdot \pi}{8} \times \frac{170}{80}$

$= 4{,}8 \times 131{,}25 \times 2{,}125 = 1338.$

Theoretischer Bremsdruck $= 50 \times 0{,}2 \times 1338 = 13380$ kg.

Bei 10% Verlusten ergibt sich eine erreichte Bremskraft von ca. 12000 kg.

Fig. 679. Untergestell für zweiachsigen Personen-Motorwagen mit freien Lenkachsen, Zahnradhandbremse und achtklötziger Adhäsions-Backenbremse. (Maßstab 1 : 40.)

den Gewichtsvergleich genommen werden. Das Gewicht ist wiederum ein Maß für den Arbeitsverbrauch, die Kosten der Fahrzeuge usw.

Die Ausrechnung der Gewichte für das Quadratmeter der Wagenfläche des Zuges führt — wie der Tabelle zu entnehmen ist — zu Zahlen, die für die untersuchten Systeme ziemlich charakteristisch sind.

Bei reinen Zahnradbahnen mit Lokomotivbetrieb ergibt sich ein durchschnittliches Totgewicht von 0,55 t/qm, Bahnen mit gemischtem Betrieb — elektrische Motorwagen für die Reibungsstrecken, die von Lokomotiven über die Zahnstangenstrecke geschoben werden — weisen ein mittleres Totgewicht des Zuges von 1,04 t/qm auf.

Wird an Stelle von Lokomotiven und Motorwagen ein für kombinierten Betrieb eingerichtetes Fahrzeug gewählt, beträgt das erforderliche Totgewicht im Mittel nur etwa 0,65 t. Der Unterschied im Gewicht zwischen den Zügen der reinen Zahnradbahnen und solchen mit gemischtem Betrieb ist also in beiden Fällen vorhanden.

Beim Motorwagenbetrieb beträgt der Unterschied gegen reine Zahnradbahnen im Mittel etwa 100 kg, was beiläufig dem Gewicht der auf der Zahnradstrecke mitgeschleppten untätigen elektrischen Ausrüstung entspricht.

Trotzdem man also keine getrennte Lokomotive hat, muß man an Konstruktionsgewicht ebensoviel aufwenden, wie für diese und den geschobenen Zug.

Die Zuggewichte der Bahnen mit gemischtem Betrieb weisen die Mittelwerte der beiden Betriebsarten und den nicht unbeträchtlichen Gewichtsunterschied von 386 kg gleich 59% auf, die sich lediglich aus dem Gewicht der Lokomotive ergeben. Die Mittelwerte geben hier insofern kein ganz richtiges Bild, als die einzelnen Anlagen gar zu verschiedene Verhältnisse aufweisen.

Der Vergleich von zwei der modernsten Bauten — die Münsterschlucht-[1]) und die Rittnerbahn — zeigt die Gewichtsersparnis von nur 150 kg = 24% zugunsten der ersteren.

Ein solcher Unterschied ist aber nicht mehr bedeutend, so daß man mit Recht beschloß, ihn gegen die sonstigen Vorteile des Lokomotivbetriebes bei der Rittnerbahn in Kauf zu nehmen.

Es liegt auf der Hand, daß die komplizierten Mechanismen — im Untergestell eines Motorwagens für doppelten Betrieb schwer zugänglich untergebracht — nie so betriebssicher erhalten werden können, als dies bei den Lokomotiven mit freiliegenden Motoren erfahrungsgemäß der Fall ist.

Die Mitnahme der für den Zahnstangenbetrieb nötigen schweren, zumeist nicht gefederten Einrichtungen auf den Reibungsstrecken mit den üblichen Geschwindigkeiten von 20 bis 30 km/St. wird in vielen Fällen, insbesondere wo die Länge der Reibungsstrecke verhältnismäßig groß ist und auch nennenswerte Steigungen vorkommen, die auf der Steilstrecke erzielte Arbeitersparnis aufzehren. Anderseits wird es kaum möglich sein, wie dies bei der Rittnerbahn geschehen ist, auf den Reibungsstrecken ein leichteres Schienenprofil zu verwenden als auf der Zahnstangenstrecke.

Schließlich sei darauf aufmerksam gemacht, daß der Mehrverbrauch an Arbeit bei Lokomotivbetrieb nicht so groß ist, als man nach dem Verhältnis der Gewichte annehmen möchte, und zwar deshalb nicht, weil die Stromrückgewinnung in Verbindung mit einer Akkumulatorenanlage sowohl den mittleren als auch den Höchstwert des Arbeitsverbrauches wesentlich herabsetzt.

Die Lokomotiven können — und dies ist mehrfach mit Erfolg ausgeführt worden — mit Nebenschlußmotoren ausgerüstet und daher für Stromrückgabe eingerichtet werden. (Vesuv-, Triest-Opcina-, Rittnerbahn.)

Die ungünstigen Raum- und Betriebsverhältnisse der geschlossenen, im Untergestell angeordneten Bahnmotoren verbieten dem vorsichtigen Konstrukteur, derartige Motoren mit Nebenschlußwicklung zu bauen; geschieht dies trotzdem, so erfordert die Betriebssicherheit sehr teuere und schwere Typen. Die Motoren beispielsweise der Zahnradbahn Stuttgart—Degerloch[1]) sind im Untergestell angeordnet und haben eine Stundenleistung von 150 PS bei einem Gewicht von 5 t (!); die Motoren der Rittnerbahn sind bei 150 PS Dauerleistung nur 2,8 t schwer und haben nach keiner Richtung zu Mißständen Anlaß gegeben, wie solche im Aufsatz[1]) (S. 299) bezüglich der Kohlenbürsten, Entstaubung der Motoren usw. erwähnt sind und naturgemäß bei jeder derartigen Anlage unvermeidlich eintreten müssen.

Die Erörterung der einschlägigen Verhältnisse ist zwar nicht streng in den Rahmen des vorliegenden Berichtes gehörig, es sollte jedoch gezeigt werden, daß man an Hand derartiger Erfahrungszahlen bei richtiger Anwendung zu entscheiden vermag, welches Bahnsystem unter den jeweils obwaltenden Geländeverhältnissen zur besten technischen und wirtschaftlichen Lösung führt. Man kann über den Stromverbrauch der Züge, die Leistung des Kraftwerkes, der Bemessung der Leitungsanlage, ev. sogar über eine Änderung der Trace und den wirtschaftlichen Einfluß dieser Faktoren auf den Bau, den Betrieb bzw. die Wirtschaftlichkeit rasch ein sicheres Urteil gewinnen, ohne für die möglichen Varianten Detailentwürfe verfassen zu müssen. Nur die zusammenhängende Betrachtung all dieser Momente kann die Wahl des Zugförderungssystems entscheiden.

Zurückkommend auf die mechanische Einrichtung der vierachsigen Wagen sei hervorgehoben, daß die beiden Drehgestelle (Fig. 677) vollständig gleich und symmetrisch ausgeführt sind.

Die äußere Achse trägt freilaufend das von der nächstgelegenen Plattform betätigte Bremszahnrad, die innere den Motor; durch diese Anordnung wird ein sehr ruhiger Lauf der Wagen erzielt und benötigt man kein langes Gestänge zur Bedienung der Zahnradbremse. (Eine Bremse hat den ganzen Wagen zu halten.) Für den Reibungsbetrieb dient eine Achtklotz-Ausgleichsbremse und die elektrische Kurzschlußbremse.

Die Drehgestelle haben doppelte Federung: die Querfederung in der Wiege und die Längsfederung mittels Blattfedern über den Achslagern. Die Wagenkasten sind 2,5 m breit, 10,8 m lang, die Plattformen je 1,6 m lang und vorne abgeschlossen.

Die zweiachsigen Wagen (Fig. 679) sind angeschafft worden, um bei schwachem Verkehr die großen Wagen nicht immer mitschleppen und im Bedarfsfall auch gemischte Züge einleiten zu können, da die Bahn auch für Güterverkehr eingerichtet ist.

Die zweiachsigen Motorwagen sind nach denselben Grundsätzen ausgeführt worden, wie diejenigen der Opcinabahn, nur mußten in Hinblick auf den Umstand, daß die Bremse des Motorwagens im Bedarfsfälle nicht nur das Eigengewicht desselben vollbesetzt zu halten hat, sondern auch den mitgeführten Beiwagen, besondere Sicherheitsmaßnahmen getroffen werden.

Bei 0,5 m/Sek.² Verzögerung entspricht dieser auszuübenden Bremskraft bei 3 t t Zuggewicht ein Zahndruck von 3 t · (255 — 6) + 3100 · 0,5 = 9269 kg, dessen Auftriebskomponente nicht mehr zu vernachlässigen ist.

[1]) Elektr. Kraftbetr. u. Bahnen 1908, S. 293.

[1]) Elektr. Bahnen u. Betriebe 1906, Heft 11, 12, 13.

Die Raumverhältnisse gestatten die Anbringung eines zweiten Zahnrades nicht; es ist daher zu einem anderen Mittel Zuflucht genommen worden, um dem gefahrvollen Aufsteigen des Zahnrades unbedingt zu begegnen.

Wie der Fig. 679 zu entnehmen ist, wurde auf den Tragrahmen des Bremsrades eine Zange befestigt, die den Keilkopf der Zahnstange umfaßt. Die Öffnung der Zange ist mit Berücksichtigung des freien Spiel für leeren und besetzten Wagen so bemessen worden, daß die Zange früher klemmt als das Zahnrad außer Eingriff kommt; in einem solchen Fall bremst also die Zange infolge der Klemmwirkung mit.

Zur Vermeidung dieser immerhin unangenehmen Erscheinungen bei heftigen Bremsungen ist bei der Anordnung des Bremszahnrades mit größter Sorgfalt vorgegangen worden.

Um den Eingriff zu sichern, ist der Rahmen bergseitig ungefedert auf der Laufachse gelagert; das andere Ende des Rahmens ist möglichst entfernt auf den Wagenkasten beweglich aufgehängt, um das Spiel der Lenkachse nicht zu stören. Entsprechend der Federung des Wagens macht das Zahnrad eine vertikale Bewegung mit, die jedoch nur einige Millimeter beträgt, da das Zahnrad möglichst in die Nähe der ungefederten Achse gerückt ist. Die Aufhängung des Rahmens in der Nähe der talseitigen Achse bzw. Federung erfolgte auch deshalb, weil zufolge der schiefen Stellung der Fahrzeuge beim Bremsen die bergseitige Feder entlastet, die talseitige belastet wird; diese Wirkung ist aber dem Auftrieb entgegengesetzt.

Die behördlichen Proben mit bedeutenden Überlasten haben das vorzügliche Arbeiten aller Bremsen bewiesen und keine Gelegenheit gegeben, das theoretisch mögliche Aufsteigen des Bremsrades zu beobachten. Die Wagenkasten sind 6,2 m lang, die beiden vorne geschlossenen Plattformen je 1,33 m lang. Im Wageninnern sind 32 Sitzplätze in acht Sitzreihen auf Querbänken angeordnet vorhanden.

Die Personenbeiwagen sind zweiachsig und haben den gleichen Fassungsraum und die gleichen Dimensionen wie die Motorwagen, jedoch offene Plattformen.

Das Untergestell ist wie dasjenige gewöhnlicher Lenkachsenwagen ausgeführt, mit dem einzigen Unterschied, daß eine der Achsen ein freilaufendes Bremszahnrad trägt. Der Radstand beträgt 3,8 m.

Die bauliche Ausführung der Bahnanlage bot zufolge Fehlens jeglicher Verkehrswege bedeutende Schwierigkeiten.

Man bekommt hierüber einen Begriff, wenn man bedenkt, daß nur das für die obere Reibungsstrecke nötige Oberbaumaterial, das auf etwa 1000 m Höhe zu heben ist, eine Transportleistung von nahezu 300000 kg repräsentiert.

Der Oberbau der Zahnstangenstrecke wiegt 310000 kg, die je nach dem Baufortschritt ebenfalls auf bedeutende bis 900 m zunehmende Höhen zu transportieren waren.

Diese Transportleistung konnte von vornherein Fuhrwerken nicht zugemutet werden, denn abgesehen von den unerschwinglichen Kosten des Transportes selbst, hätte der Bau viel zu lange gedauert. Außerdem schien es im Interesse des Bahnunternehmens gelegen, gleichzeitig mit der Eröffnung des Bahnbetriebes auch ein komfortabel eingerichtetes Hotel für die Reisenden zu haben. Der Bau des Hotels erforderte selbstverständlich auch bedeutende Transporte.

Die gestellte Aufgabe wurde einfach in der Weise gelöst, daß die gesamte Leitungsanlage längs des Unterbaues der Bahn auf Grund der abgesteckten Gleisachse fertig gemacht und ein Umformer am unteren Bahnende in einem Wagenschuppen aufgestellt wurde.

Hierauf wurde der Oberbau kontinuierlich vorgelegt und sofort mittels einer von der Opcinabahn ausgeliehenen Lokomotive befahren, die auf Rollwagen das Material bis zur jeweils vorgelegten Strecke beförderte.

Diese Art des Betriebes vollzog sich ohne irgendwelche Störung, trotzdem der Oberbau in vielen Fällen kaum notdürftig ausgerichtet war.

Für den unteren Teil der Zahnstangenstrecke mußten die Transporte noch mit Pferdefuhre gemacht werden. Zwei Pferde konnten im besten Fall zwei Schienenlängen von etwa 2 t Gewicht mit 1 bis $1\frac{1}{2}$ km Geschwindigkeit pro Stunde befördern und kosteten täglich bis zu M. 20. Der langsame Baufortschritt läßt sich vorstellen. Als der Lokomotivbetrieb aufgenommen wurde, konnte täglich durchschnittlich 120 m Zahnstangen- und später 250 m Vignolschienen-Oberbau verlegt werden.

Die gesamte Hoteleinrichtung, dann die Batterie, Schalttafel, Zusatzmaschinensatz für das Umformerwerk wurde auf diesem Wege zu den Bestimmungsorten befördert. Es wurde bereits früher erwähnt, daß gleichzeitig mit dem Bahnbau für die Stromversorgung des Rittnerplateaus und der Bahn ein 10000 Volt-Drehstromkabel in den Bahnkörper verlegt wurde. Diese Arbeit ist auch mittels des Lokomotivprovisoriums in der Weise durchgeführt worden, daß man die Kabeltrommeln hinaufbeförderte und dann mit der langsam talfahrenden Maschine abwickelte.

Diese Arbeit hätte zufolge der großen Steigung ohne einer in jedem Moment abbremsbaren Lokomotive kaum durchgeführt werden können.

Als schließlich alle Arbeiten beendigt und die Batterie im Umformerwerk fertig aufgeladen war, wurde der Umformer demontiert, auf Güterwagen aufgeladen und mit dem früher selbst erzeugten, nunmehr in der Batterie aufgespeicherten Strom heraufbefördert und im Umformerwerk neu aufgestellt.

Zum Schlusse seien die projektierenden Baufirmen angeführt:

Für den bautechnischen Teil:

Bauunternehmung Josef Riehl in Innsbruck.

Für den gesamten elektrischen und maschinellen Teil:

Die A. E. G. Union Elektrizitätsgesellschaft in Wien, in deren Auftrag der mechanische Teil der Lokomotiven von der Schweizerischen Lokomotivfabrik in Winterthur und derjenige der übrigen Fahrzeuge von der Grazer Waggon- und Maschinenfabriks-Aktiengesellschaft in Graz, geliefert wurde.

Über Wechselstrombahnmotoren der Maschinenfabrik Oerlikon und ihre Wirkungen auf Telephonleitungen.

Von Dr. Hans Behn-Eschenburg. (Schluß.)

h) Vergleich mit Wechselstrommotoren anderer Firmen. Reihenschlufs-Kurzschlufsmotor mit Ankererregung (Latour, Winter-Eichberg).

Nach gleichem System wie diese Wechselstrommotoren der Maschinenfabrik Oerlikon sind die Motoren der Siemens-Schuckert-Werke, der Westinghouse-Gesellschaft und der G. E. C. Amerika konstruiert. Die Westinghousemotoren besitzen allerdings keine Hilfsfelder, und es wird hier der Lamellenspannung durch bedeutende Widerstandsverbindungen zwischen Wicklung und Kollektor begegnet.

Reihenkurzschlußmotoren mit Ankererregung.

Die Wechselstrommotoren von Latour und Winter-Eichberg, die von Eichberg als Reihenkurzschlußmotoren mit Ankererregung bezeichnet werden, haben einige von den einfachen Reihenschlußmotoren prinzipiell abweichende Eigenschaften.

Bei beiden Motorgattungen ist die Motorzugkraft begrenzt durch das Produkt der totalen Ampereleiterzahl auf dem Rotorumfang, die für eine gegebene Geschwindigkeit für alle Kommutatoranker als gleich angenommen werden kann, multipliziert mit der Summe der magnetischen Flüsse, die durch sämtliche Pole in den Anker eintreten. Veränderlich ist also für zwei Motoren gleicher Leistung und Geschwindigkeit, deren Anker gleich gut ausgebildet sind, im allgemeinen nur noch die Polzahl und das magnetische Feld des einzelnen Poles, je kleiner die Polzahl ist, desto größer muß das Feld des einzelnen Poles werden.

Die Konstruktion der beiden Motorgattungen unterscheidet sich nun am auffallendsten erstens dadurch, daß auf dem Kommutator des Reihenkurzschlußmotors für eine gegebene Polzahl P zwei Gruppen Bürsten, jede mit P Bürstenstiften anzuordnen sind, wobei allerdings wie bei Gleichstrommaschinen auch einzelne Stifte, soweit die Kollektorbeanspruchung das zuläßt, ausgelassen werden können. Daraus folgt nun, daß für einen Motor mit gegebener Leistung und gegebener Drehzahl der Kollektor des Reihenkurzschlußmotors bei gleicher Polzahl doppelt so viel Bürsten besitzt als der Reihenschlußmotor und daß die Distanz zweier Bürstenstifte für Kollektoren mit gleicher Umfangsgeschwindigkeit bei dem ersten Motor nur halb so groß ist als bei dem zweiten. Wenn also der Konstrukteur für diese Distanz gewisse Grenzen nicht übersehreiten soll, so darf er für den ersten Motor die Polzahl nur halb so groß wählen wie für den zweiten.

Die zweite Eigentümlichkeit der Reihenkurzschlußmotoren besteht darin, daß in dem Motor durch die Rotation ein sogen. Querfeld entsteht, das mit der Drehzahl wächst und bei Synehronismus imstande ist, die Klemmenspannung an den Erregerbürsten und die Lamellenspannung unter den Kurzschlußbürsten aufzuheben. Dadurch kann bei synehroner Geschwindigkeit der Leistungsfaktor eins werden und die Funkenbildung wird ohne weitere Hilfsmittel versehwinden. Leider nimmt aber das Querfeld, nachdem es bei Synehronismus seine wundervollen Wirkungen ausgeübt hat, bei übersynchronen Geschwindigkeiten rasch sehr lästige Verhältnisse an und bringt große Lamellenspannungen und Phasenverseliiebungen hervor. Die Wirkungen des Querfeldes auf die Lamellenspannung lassen sich durch ähnliche Hilfswicklungen mildern, wie sie von der Maschinenfabrik Oerlikon für den einfachen Reihenschlußmotor erfunden worden sind. Es bleibt nun übrig, die Polzahl des Motors so zu bestimmen, daß wenigstens eine Hauptgeschwindigkeit des Fahrzeuges mit dem Synehronismus zusammenfällt und es ist davon abzusehen, daß der Motor ähnlich wie der einfache Reihenschlußmotor mit dem drei- bis vierfachen der synehronen Geschwindigkeit betrieben wird. Die neuen Motorentwürfe der A. E. G. scheinen nicht über das Doppelte des Synehronismus hinauszugehen. Der Reihenkurzschlußmotor ist aber ebenso wie der einfache Reihenschlußmotor durch die Grenze der Lamellenspannung beim Anfahren auf niedere Periodenzahlen angewiesen, und Eichberg setzt aus diesem Grunde z. B. die Grenze der Leistungsfähigkeit dieser Motoren umgekehrt proportional der Periodenzahl (E.T.Z. 1908, Heft 24), so entsteht ein Konflikt zwischen den Vorteilen größerer Periodenzahlen, um bei großen Polzahlen den Synehronismus einzuhalten und den Vorteilen niederer Periodenzahlen für das Anfahren. Soll der Motor hauptsächlich in der Nähe des Synehronismus verwertet werden, so muß seine Polzahl offenbar bedeutend kleiner, das magnetische Feld eines Poles und die Lamellenspannung bedeutend größer, der Motor also sehwerer und sehleehter werden als der Reihensehlußmotor mit gleieher Gesehwindigkeit und Leistung bei gleieher Periodenzahl. Aus diesen Gründen ist auch sehon behauptet worden, daß der Reihenkurzschlußmotor die Anwendung höherer Periodenzahlen gestattet oder verlangt als der einfaehe Reihensehlußmotor. Für die Ausnutzung der synehronen Gesehwindigkeit trifft dies zwar offenbar zu, aber gleiehzeitig muß dann die höhere Lamellenspannung beim Anlauf in Kauf genommen oder die Leistung begrenzt werden. Eichberg hat nun für den Reihenkurzsehlußmotor ein sehr geistreiches Regelungsverfahren eingeführt, indem mittels regelbaren Reihentransformatoren die Stromstärke des Rotors in verschiedenen Proportionalitätsverhältnissen zu der Stromstärke des Stators eingestellt werden kann. Dieses Verfahren ließe sieh aber, wie schon Eichberg 1903 in seinem hervorragenden Vortrag (E.T.Z. 1904, S. 80) erwähnt hat, auch ohne weiteres bei dem einfaehen Reihensehlußmotor anwenden, so daß für den Vergleich der beiden Motorsysteme an und für sieh die Zutat der besonderen Regelungsmethode nieht gerade maßgebend sein kann. Übrigens scheinen die neueren Reihenkurzschlußmotoren der A. E. G. außer dem regelbaren Reihentransformator noeh einen abstufbaren Haupttransformator zu erhalten, so daß ihre Sehaltung auch in dieser Beziehung der üblichen Schaltung der Reihensehlußmotoren sieh genähert hat. Mir scheint also der einfaehe Reihensehlußmotor in allen praktisehen Fällen eine unabhängigere Konstruktion in bezug auf Polzahl und Lamellenspannung zu ermöglichen und eine vorteilhaftere Ausnutzung der niedrigen Periodenzahlen.

Auf Grund folgender einfaehen Formeln lassen sieh die Hauptbeziehungen der beiden Motorgattungen leicht übersehen, die Ohmschen Verluste sind dabei vernachlässigt worden. Es bedeutet L den Selbstinduktionskoeffizient der Statorwicklung, M die gegenseitigen Induktionskoeffizienten zwisehen der Statorwicklung und der Rotorwicklung, l_1 den Selbstinduktionskoeffizienten der Rotorwicklung, l_2 den der Kompensationswicklung, m den gegenseitigen Induktionskoeffizienten zwisehen der Kompensationswieklung und der gleiehaehsigen Rotorwicklung, k bedeute die Zahl der Leiter einer Polteilung auf dem Anker, w die Windungszahl der Statorwicklung. Dann ist für den einfaehen Reihenschlußmotor:

$$(L + l_1 + l_2 - 2\,m)\,\frac{\delta\, i}{\delta\, t} + 2\,\pi\,n_1\,M\,i = e \quad . \quad 1)$$

für den streuungslosen Motor ist $l_1 + l_2 - 2\,m = 0$.

Wird der Kraftfluß, der von dem Stator in den Rotor tritt, mit F bezeichnet und mit k die Leiterzahl einer Polteilung unter der Annahme von Parallelwieklungen, dann ist

$$2\,\pi\,n_1\,M\,i = 2\,n_1\,k\,F = e_0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2)$$

Der Kraftfluß selbst ist aber hervorgebraeht von w Windungen des Stators, der magnetisehe Widerstand des Kraftflusses sei R, es soll also sein:

$$F = \frac{4\,\pi\,w\,i}{10\,R} \text{ und } M = \frac{4\,\pi\,w\,k}{10\,R\,\pi} \quad . \quad . \quad 3)$$

Die innere Leistung des Motors ist:

$$e_0\,i = 2\,n_1\,F\cdot k\,i \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 4)$$

dabei ist F das Maß für die magnetische und $k\,i$ das Maß für die wicklungstechnische Ausnutzung des Ankers.

Für die Lamellenspannung unter den Bürsten ist zu schreiben:

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$$

$$\varepsilon_1 = \frac{\partial F}{\partial t} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 5)$$

$$\varepsilon_2 = B_0 \cdot 2\,r\,b \cdot 2\,\pi\,n_1 \quad . \quad . \quad . \quad 6)$$

wo B_0 die resultierende Induktion in der Bürstenzone, r den Radius, b die Breite des Ankers bedeutet.

Die Induktion B_0 wird hervorgebracht durch die Differenzwicklung der Amperewindungen der Anker- und der Kompensationswicklung. Die erste Wicklung besitzt $\frac{K\,i}{2}$, die zweite $\frac{K'\,i}{2}$ Amperewindungen. Wenn ϱ und ϱ' Koeffizienten bedeuten, die den Einfluß der verschiedenen Feldverteilungen, Streuungen und magnetischen Widerstände der beiden Wicklungen enthalten, so ist

$$B_0 = \frac{4\,\pi}{10}\,\frac{i}{2}\left(\frac{k}{\varrho} - \frac{k'}{\varrho'}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 7)$$

Angenommen, daß das magnetische Feld, welches diese beiden Wicklungen hervorbringen, sinusförmig verläuft, so ist der gesamte Kraftfluß

$$\Phi = 2\,B_0\,r\,\delta,$$

und es wird dann:

$$\varepsilon_2 = \Phi \cdot 2\,\pi\,n_1;\ \Phi = \frac{i}{k}\,(l_1 - m) \quad . \quad . \quad 8)$$

wobei l_1 den Selbstinduktionskoeffizient des Ankers, m den Induktionskoeffizient zwischen Kompensations- und Ankerwicklung bedeutet.

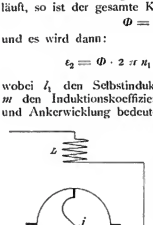


Fig. 680.

Es gelingt nun annähernd, ε_2 zum Verschwinden zu bringen, der Rest, der übrig bleibt und die Spannung ε_1 sind durch die oben beschriebenen Hilfsfelder zu kompensieren.

Diese Hilfsfelder können selbstverständlich auch dazu ausersehen werden, allerlei andere hypothetische Wendespannungen zu bekämpfen, die infolge der endlichen Zahl der Nuten und Lamellen, der Selbstinduktion der kurzgeschlossenen Spule usw. auftauchen.

Für den Reihenkurzschlußmotor erhält man mit ähnlichen Bezeichnungen (vgl. Fig. 680), wenn wir von vornherein die Anwendung eines Reihentransformators annehmen, welcher die Stromstärke im Übersetzungsverhältnis $\ddot{u}$ ohne Phasenverschiebung und Streuverlust transformieren soll:

$$l\,\frac{\partial\,i}{\partial\,t} + 2\,\pi\,n_1\,l\,i\,\ddot{u} + M\,\frac{\partial\,i}{\partial\,t} = 0 \quad . \quad . \quad 9)$$

$$(L + \ddot{u}\,l)\,\frac{\partial\,i}{\partial\,t} - 2\,\pi\,n_1\,M\,i + M\,\frac{\partial\,i}{\partial\,t} - 2\,\pi\,n_1\,l\,j = e \quad 10)$$

Daraus folgt:

$$\left[L - \frac{M^2}{l} + \ddot{u}\,l\left(1 - \frac{n_1^2}{n^2}\right)\right]\frac{\partial\,i}{\partial\,t} - \ddot{u}\,M \cdot 2\,\pi\,n_1\,i = e \quad 11)$$

Für den streuungslosen Motor ist $L = \frac{M^2}{l}$ und es wird:

$$\ddot{u}\,l\left(1 - \frac{n_1^2}{n^2}\right)\frac{\partial\,i}{\partial\,t} - \ddot{u}\,M\,2\,\pi\,n_1\,i = e,$$

für $n_1 = n$ verschwindet das erste Glied, das den induktiven Spannungsverlust darstellt, der Leistungsfaktor wird 1, für eine übersynchrone Geschwindigkeit wird aber das erste Glied schon sehr groß, z. B. für $n_1 = 2\,n$ erreicht es den Wert

$$3\,\ddot{u}\,l\,\frac{\partial\,i}{\partial\,t}.$$

Das zweite Glied stellt die an der Statorwicklung auftretende Klemmenspannung e_0 dar, bezeichnet Φ den resultierenden Kraftfluß, der diese Wicklung durchschneidet, so ist

$$e_0 = 2\,\pi\,n_1\,\ddot{u}\,M\,i = w\,\frac{\partial\,\Phi}{\partial\,t} \quad . \quad . \quad . \quad 12)$$

w ist die Windungszahl der Statorwicklung, oder wenn die Amplitudenwerte herausgehoben werden

$$\ddot{u}\,M\,J = \Phi\,w\,\frac{n}{n_1}.$$

Es ist aber

$$M = \frac{4\,\pi}{10}\,\frac{w}{R'}\,\frac{k}{\pi},$$

wobei R' der magnetische Widerstand in Richtung der Kurzschlußbürsten sein soll, der Kraftfluß in Richtung der Achse der Erregerbürsten mit dem magnetischen Widerstand sei R:

$$F = \frac{4\,\pi}{10}\,\frac{k}{\pi}\,\frac{J\,\ddot{u}}{R},$$

also

$$\Phi = F \cdot \frac{R}{R'}\,\frac{n_1}{n}.$$

Die Amplitude der Stromstärke der Kurzschlußbürsten ist:

$$J' = J\,\frac{w}{k}\,\frac{\pi}{\sqrt{1 + \left(\frac{\ddot{u}\,k}{w\,\pi}\,\frac{n_1}{n}\right)^2}}.$$

Die innere Leistung des Reihenkurzschlußmotors $e_0\,i$ läßt sich nun wie beim Reihenschlußmotor ausdrücken durch den Kraftfluß F und die Amperleiter des Ankers $k\,J'$

$$e_0\,i = 2\,n_1\,F \cdot \frac{R}{R'}\,\frac{k\,J'}{\sqrt{1 + \left(\frac{\ddot{u}\,k}{w\,\pi}\,\frac{n_1}{n}\right)^2}} \quad . \quad . \quad 13)$$

Diese Formel ist zu vergleichen mit der Formel 4) für den einfachen Reihenschlußmotor. Die Motorleistung stellt sich auch hier dar als das Produkt des Magnetfeldes F, das in Richtung der Erregerbürsten verläuft und der Amperleiterzahl $k\,J'$ des Ankers, geteilt durch den Wurzelausdruck. Tatsächlich wird aber die Ankerwicklung durch die resultierende Stromstärke $(J \pm i)$ beansprucht, deren Amplitude etwa $\left(1 + \frac{k\,\ddot{u}}{\pi\,w}\right)$ mal größer werden kann als J'. F bildet, wie für den einfachen Reihenschlußmotor, ein Maß für die magnetische Beanspruchung, in Richtung der Erregerbürsten, die magnetische Beanspruchung in Richtung der Kurzschlußbürsten ist aber gegeben durch Φ und ist also im Verhältnis $\frac{R}{R'}\,\frac{n_1}{n}$ mal größer als F. Daraus folgt, daß für die gleiche Leistung der Reihenkurzschlußmotor sowohl stärkere magnetische Felder als auch größere Amperleiterzahlen auf den Anker erfordert als der einfache Reihenschlußmotor, sobald die Geschwindigeit den Synchronismus übersteigt.

Die Lamellenspannung des Reihenkurzschlußmotors kann unter ähnlichen Voraussetzungen wie für den einfachen Motor (vgl. Formel 5, 6, 7, 8) durch folgende Formeln bereehnet werden:

$$\varepsilon_1 = \frac{\partial F}{\partial t} = \frac{l\,\pi}{k}\,\ddot{u}\,\frac{\partial i}{\partial t} \quad \ldots \quad 14)$$

$$\varepsilon_2 = \Phi\,2\,\pi\,n_1 = -\,2\,\pi\,n_1\,\frac{\pi}{k}\,(Mi + Lj).$$

Tatsächlich wird allerdings die Feldverteilung in der Bürstenzone, die durch die einzelnen magnetomotorischen Kräfte der Stator- und Rotorwicklungen hervorgebracht werden, von der sinusförmigen Verteilung verschieden abweichen, so daß die Werte M und l mit gewissen besonderen Koeffizienten behaftet wären.

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 = \frac{\partial i}{\partial t}\,\ddot{u}\,\frac{\pi\,l}{k} \cdot \left(1 - \frac{n_1^2}{n_2}\right) = \frac{\partial F}{\partial t}\left(1 - \frac{n_1^2}{n^2}\right) \quad . \quad 15)$$

Für den Synchronismus verschwindet ε, dagegen wächst es rasch für übersynchrone Geschwindigkeiten und wird z. B. für $n_1 = 2\,n$ schon

$$\varepsilon = 3\,\frac{\partial i}{\partial t}\,\ddot{u}\,\frac{\pi}{k}\,l,$$

also 3 mal größer als für den Stillstand, während beim einfachen Reihenschlußmotor die Lamellenspannung für alle Geschwindigkeiten bei gegebenem Kraftfluß gleich bleibt. Würde man nun für eine gegebene Drehzahl $n_1 = n$ statt $n_1 = 2\,n$ wählen, so würde die Polzahl halb so groß und F doppelt so groß werden, also beim Stillstand ε doppelt so groß werden; das Gleiche erreicht man, wenn u doppelt so groß gewählt wird. Die Lamellenspannung an den Erregerbürsten des Reihenkurzschlußmotors ist gegeben durch die Beziehung:

$$\varepsilon' = \frac{l\,\pi}{k}\,\frac{\partial i}{\partial t} + \frac{M\,\pi}{k}\,\frac{\partial i}{\partial t} + 2\,\pi\,n_1\,\frac{l\,\pi}{k}\,i \quad . \quad 16)$$

Nach Gleichung 9) ist dieser Ausdruck $= 0$ zu setzen. Dabei ist wieder angenommen, daß die einzelnen magnetomotorischen Kräfte der Stator- und Rotorwicklung sinusförmige Felder erzeugen, die in der Bürstenzone gleichmäßig verlaufen und sich aufheben können.

Aus diesen Formeln ist der Eindruck zu gewinnen, daß in bezug auf die Kommutation der Reihenkurzschlußmotor nur bei synchroner Geschwindigkeit einen Vorzug gewinnt, daß damit aber die Wahl der Polzahl sehr beschränkt und die Lamellenspannung bei Stillstand gesteigert werden muß. Es wird daher von der Firma Oerlikon der einfache Reihenschlußmotor vorgezogen, der außerdem den Vorteil der kleineren Bürstenzahl mit sich bringt.

Im Vergleich mit anderen Stromsystemen stimmt aber die Charakteristik und Bauart des Reihenkurzschlußmotors mit dem einfachen Reihenschlußmotor überein und ergibt die gleichen bedeutenden Vorteile. Es sollen im folgenden zunächst einige Motoren für Gleichstrom und Drehstrom mit dem Wechselstromreihenschlußmotor verglichen werden, insbesondere in bezug auf ihre Eignung zum schweren Bahndienst.

i) Vergleich mit Gleichstrommotoren.

Für Bahnen, bei denen Zugleistungen von etwa 1000 PS zu bewältigen sind, wird die Gleichstromspannung jedenfalls etwa 3000 Volt betragen müssen. Es kann heutzutage nicht mit allzugroßen Schwierigkeiten verbunden werden, Gleichstrombahnmotoren mit etwa 500 PS Leistung für 1500 Volt Bürstenspannung zu bauen, obgleich nicht zu vergessen ist, daß derartige Motoren tatsächlich noch nirgends ausgeführt und in Betrieb gesetzt worden sind. In der Maschinenfabrik Oerlikon sind nun Gleichstrommotoren für 600 PS Leistung mit 1500 Volt Bürstenspannung für 700—1050 Umdr. gewissenhaft durchkonstruiert worden, so daß ohne Bedenken die Lieferung soleher Motoren nach diesen Konstruktionen übernommen werden könnte. Die Motoren erhalten mit 4 Haupt- und 4 Hilfspolen ein Gewicht von 7700 kg inkl. Zahngetriebe. Die maximale Kollektorgeschwindigkeit beträgt ebenfalls 33 m, die mittlere Lamellenspannung 17 Volt, der Wirkungsgrad wird 94%, für die Entwicklung der doppelten Zugkraft beim Anfahren erfordern sie die 1,6fache normale Leistung, während der Wechselstrommotor nur etwa 30% der normalen Leistung aufnimmt. Der äußere Gehäusedurchmesser beträgt 1360 mm. Das magnetische Feld eines Poles beträgt $17{,}5 \cdot 10^6$ Kraftlinien, also 5 mal mehr als beim Wechselstrommotor. Ein gleich starker Wechselstrommotor für 15 Perioden wird 8polig gebaut und erhält infolge der großen Polzahl ein Gewieht von nur 7 t. Eine Doppellokomotive mit 6 solehen Motoren, welche je 3 gekuppelte Triebräder antreiben, erfordert bei Wechselstrom Transformatoren von 17 t Gewieht, dazu kommen noch für Stromabnehmer, Apparate, Leitungen, Luftpumpen ein Gewieht von 14 t, es wird ferner eine kleine Batterie und Umformergruppe für Beleuchtung und zur Betätigung der Einzelschalter vorgesehen im Gewieht von 2 t, so daß die gesamte elektrische Ausrüstung etwa 75 t wiegen wird.

Demgegenüber erfordert aber die Gleichstromausrüstung eine größere Umformergruppe und Batterie zur Speisung der Luftpumpenmotoren, ferner besondere Anlaßwiderstände und größere Stromabnehmer, so daß das Gesamtgewicht der elektrischen Ausrüstung in diesem Falle gleichgroß wird wie für Wechselstrom.

Ein 6poliger Gleichstrommotor für 850 PS Leistung wiegt 10,5 t, also etwa 10% mehr als der entspreehende Wechselstrommotor mit 12 Polen.

Vom Gesichtspunkt der Gewichte ist kaum ein Vorteil auf seiten des Gleichstroms zu finden. Der Wirkungsgrad der Motoren wird etwa 5% höher als der Wirkungsgrad der Wechselstrommotoren inkl. Transformatoren. Dieser Gewinn wird aber vollständig aufgehoben durch die Mehrverluste in den Umformern, die zur Beschaffung des Betriebsstromes nötig sein werden.

Man hat früher dem Wechselstrommotor das pulsierende Drehmoment vorgeworfen, das eine ungünstigere Ausnutzung der Adhäsion ergeben sollte. Seit der ausgezeichneten Darstellung, in der Ossana im Jahre 1906 diese Erscheinung behandelt hat, ist aber der Einfluß dieses pulsierenden Drehmomentes tatsächlich kaum mehr beobachtet worden und für praktische Anordnungen von Bahnmotoren darf das Drehmoment des Wechselstrommotors auch bei 15 Perioden als vollständig gleichförmig vorausgesetzt werden.

Auf die gefährlichen Spannungsverhältnisse der Gleichstromkollektoren mit 3000 Volt Fahrdrahtspannung im Vergleich zu den Wechselstromkollektoren mit 400 Volt Spannung, die außerdem von Erde isoliert werden können, ist schon oben hingewiesen worden. Diese Gefahr tritt wieder auf in den Schaltapparaten, während die elektromagnetische Betätigung der Schalter selbst in beiden Fällen gleich gut mit niedergespanntem Gleichstrom ausgeführt werden kann. Nach meinem Urteil ist zurzeit die Verwendung von hochgespanntem Gleichstrom für größere Fahrzeuge von den Ergebnissen praktiseher Erfahrungen viel weiter entfernt als die Verwendung von 1000 PS Wechselstrommotoren. Dazu kommt die ausschlaggebende Schwierigkeit der Stromlieferung und Verteilung bei dem Gleichstromsystem.

k) Vergleich mit Drehstrommotoren.

Bei dem Drehstromsystem ist es selbstverständlich, vor allem die Fahrleitung, die im Vergleich zu dem Wechselstromsystem unvermeidliche Nachteile bietet, und zwar solche Nachteile, die größere städtische Bahnhofsanlagen geradezu undenkbar erscheinen lassen. Betriebserfahrungen liegen vor mit Spannungen von 3000 Volt, und es erscheint fraglich, ob Spannungen über 6000 Volt betriebssicher anzuwenden sein werden. Jedenfalls weicht dieser Schritt weiter von der Erfahrung ab als die Einführung größerer Motortypen beim Wechselstromsystem. Aber auch der Vergleich der Fahrzeuge selbst und ihrer Motoren kann bei genauer Nachrechnung nicht zugunsten des Drehstromsystems entscheiden. Die Geschwindigkeitsregulierung von Drehstrommotoren führt entweder bei Verwendung von Widerständen im induzierten System zu ganz unwirtschaftlichen Betriebsverhältnissen, oder es müssen die Haupteigenschaften des Induktionsmotors, die Einfachheit seiner Konstruktion und seine geringen Gewichts- und Raumansprüche geopfert werden. Es soll hier ausschließlich der Stufenmotor betrachtet werden in der Form, in der derselbe 1902 von der Maschinenfabrik Oerlikon in die Technik eingeführt wurde, und in der er heute z. B. bei der neuesten Simplonlokomotive verwendet wird. Der Rotor besitzt eine pollose Kurzschlußwicklung und bietet so in mechanischer und elektrischer Beziehung eine ideal einfache Konstruktion. Der Stator ist mit zwei getrennten Wicklungen ausgerüstet, von denen jede durch Umschaltung ihrer Wicklungselemente Drehfelder von verschiedener Polzahl erzeugen kann. Während bisher eine derartige Wicklung fast ausschließlich nur für 2 Polzahlen, die im Verhältnis 1 : 2 stehen müssen, gebraucht werden konnten, ist es in letzter Zeit der Maschinenfabrik Oerlikon gelungen, mit der gleichen Wicklung 3 Polzahlen auszuführen, die im Verhältnis 4 : 6 : 8 oder 6 : 8 : 12 stehen. Die wesentliche Schwierigkeit für diese Wicklungen liegt einerseits in der großen Zahl von Ableitungen, die nötig werden zur Umschaltung der Polzahlen und anderseits in der Wahl eines solchen Wickelschrittes für das einzelne Wicklungselement, daß bei keiner Polzahl unzulässige Streuungen und Magnetisierungsströme auftreten. Es ist nun ohne weiteres klar, daß der gewählte Wicklungsschritt entweder für eine bestimmte Polzahl die günstigsten und für die andern Polzahlen weniger günstige Bedingungen bietet oder für alle Polzahlen gleichmäßig ungünstig ist. Der Konstrukteur muß Kompromisse schließen und hat je nach der Wichtigkeit der einzelnen Polzahl für den praktischen Betrieb zu entscheiden. Verfolgen wir einen Drehstrommotor, der für die gleiche Leistung von 850 PS wie der oben betrachtete Wechselstrommotor gebaut und mit 2 Wicklungen für 6 Geschwindigkeitsstufen ausgerüstet werden soll. Die Lokomotive soll mit Strom von 15 Perioden betrieben werden und Geschwindigkeiten von 60 km bis 90 km ausführen. Für Leistungen von 3400 PS werden 2 Doppellokomotiven, jede mit 2 Motoren und 8 Laufachsen gewählt. Die Motoren arbeiten ohne Zahngetriebe direkt auf die Kuppelstangen der Triebräder. Daß die Zahngetriebe fortfallen, kann als ein Vorzug betrachtet werden, es ist aber anderseits zu bedenken, daß der Motor bei den gegebenen Fahrgeschwindigkeiten überhaupt nicht mit höheren Übersetzungen gebaut werden kann und also auch die Vorteile der Zahngetriebe geradezu ausschließt, da keine Polzahlen mit höheren Geschwindigkeiten als bei direkter Kupplung möglich sind. Die Polzahlen sind 6, 8, 12, 16, 24, 32. davon entspricht die Polzahl 6 der maximalen Geschwindigkeit von 84 km, die Polzahl 8 der normalen Geschwindigkeit von 63 km, die übrigen Polzahlen werden zum Anfahren und zur Regelung der Geschwindigkeit benutzt. Ein solcher Motor wiegt 12600 kg mit einem äußeren Gehäusedrehmesser von 1850 mm, ein entsprechender Motor für 50 Perioden mit Zahngetriebe wiegt 10600 kg. Um die Wicklung in betriebssicherer Form für die Polumschaltung anordnen zu können und von den Überspannungen der Leitungen zu trennen, ist vorgesehen, daß die Motoren mit Niederspannung arbeiten, so daß Transformatoren auf dem Fahrzeug einzubauen sind, deren Gewicht 23 t für 4 Motoren bei 15 Perioden und 15 t bei 50 Perioden beträgt. Das Gewicht der elektrischen Ausrüstung für 3400 PS beträgt bei 15 Perioden ca. 90 t, bei 50 Perioden 75 t, also nur im letzten Fall fast genau gleichviel wie für Wechselstrom. Auch bei Motorwagen mit 4 Stück 250 PS-Motoren ergeben sich ganz ähnliche Verhältnisse. Die elektrische Ausrüstung wiegt hier 37 und 32 t für 15 und 50 Perioden, während die Wechselstromausrüstung 33 t ergibt.

Nehmen wir nun aber an, ein solches Fahrzeug sei mit maximaler Leistung auf der Fahrt begriffen, so wird die Geschwindigkeit im allgemeinen auf eine bestimmte Polzahl eingestellt sein und starr daran festhalten. Der Motor hat nicht die wertvolle Eigenschaft des Reihenschlußmotors, daß beim Anwachsen der Zugkraft die Geschwindigkeit von selbst nachläßt, und daß beim Sinken der Fahrdrahtspannung die Geschwindigkeit sinkt, so daß die Leistung fällt bei konstanter Stromstärke. Der Drehstrommotor wird vielmehr gerade dann, wenn bei gesunkener Spannung oder bei momentaner Steigerung der Zugkraft eine Sparsamkeit in dem Energiebezug notwendig und wirtschaftlich wäre, seine Leistung beibehalten und steigern. Vielleicht wird der Führer die Motorspannung durch Regelung des Transformators zu heben suchen. Dadurch tritt aber eine bedeutend höhere momentane Beanspruchung der Kraftwerke und Leitungen auf, und die Spannung der Fahrleitung wird weiter sinken. Mit sinkender Spannung sinkt aber von einer gewissen Grenze an der Leistungsfaktor und das in dem Motor zur Verfügung stehende Drehmoment, d. h. es wächst rapid die Gefahr des Außertrittfallens und des Kurzschlußstromes, wodurch wieder sämtliche Fahrzeuge der gleichen Linie in Mitleidenschaft gezogen werden. Durch sofortiges Umschalten des Polschalters werden sich solche Zustände gelegentlich vermeiden lassen, doch bleiben sie immer abhängig von der Aufmerksamkeit des Führers, und jedes Fahrzeug bleibt abhängig von der Fahrkunst des andern, während bei Wechselstrom-Reihenschlußmotoren sich der Arbeitsverbrauch von selbst regelt und seine Spitzen abflacht. Würde man nun für die wichtigsten Fahrgeschwindigkeiten den Drehstrommotor mit so hoher Überlastbarkeit bauen, daß auch bei den vorauszusehenden Spannungsstürzen ein Überschuß von Zugkraft verfügbar bleibt, so wird dadurch der Leistungsfaktor stark beeinträchtigt und der Leerlaufstrom im störenden Maße vergrößert. Soll z. B. ein Motor mit einem Streuungskoeffizienten von $5\,\%$, bei einer Spannung, die $25\,\%$ niedriger ist als die normale Spannung noch eine Zugkraft entwickeln können, die das Doppelte der normalen beträgt, so kann bei normaler Zugkraft und Spannung der Leistungsfaktor nur noch 0,86 betragen, während der maximale Leistungsfaktor $0{,}91\,\%$ ist. Bei größerer Streuung, die bei Stufenwicklung oft unvermeidlich wird, werden diese Verhältnisse noch ungünstiger. Mit einem Streukoeffizienten von $7\,\%$ wird der günstigste Leistungsfaktor etwa 0,85, um aber der obigen Überlastungsbedingung zu genügen, müßte der Motor bei normaler Spannung und Leistung mit einem Faktor 0,78 arbeiten. Der oben konstruierte Wechselstrommotor wird aber selbst bei halber Spannung noch die doppelte Zugkraft

entwickeln mit ungefähr einem Viertel der normalen Geschwindigkeit.

Zweitens sind es vor allen Dingen die Anfahrbedingungen, welche für den Betrieb des Drehstrommotors wesentlich ungünstiger liegen als bei dem Wechselstrommotor. Wir haben oben gesehen, daß der Wechselstrommotor zum Anfahren mit der doppelten Zugkraft etwa den 1,7 fachen Strom bei $^1/_3$ der normalen Spannung und $^1/_3$ der normalen Leistung beansprucht. Der Drehstrommotor braucht aber auch im Stillstand stets die volle Leistung, die seiner Zugkraft bei synchroner Geschwindigkeit entsprechen würde. Soll also der Motor beim Anfahren z. B. mit 24 Polen die doppelte Zugkraft entwickeln, wie bei seiner normalen Leistung mit 8 Polen, so muß er notwendig eine Leistung aufnehmen, welche $^8/_3$ der vollen Leistung entspricht. Diese Energie verbraucht er aber mit kurzgeschlossenem Rotor mit einem kleinen Leistungsfaktor von etwa 30%, so daß der Stromverbrauch ungefähr das Doppelte des normalen Verbrauches beträgt. Dabei ist vorausgesetzt, daß bei normaler Leistung im Rotor 5% Schlüpfung stattfinden; diese verhältnismäßig große Schlüpfung bildet natürlich ein beträchtliches Opfer an Wirkungsgrad. Bei einem 4-Stufenmotor mit 6, 8, 12, 16 Polen würde der Stromverbrauch 1,5 mal größer werden, also 3 mal größer als bei einem normalen Wechselstrom-Reihenschlußmotor. Es ist nun außerdem zu bedenken, daß der notwendige große Energieumsatz im Rotor beim Anfahren zu außerordentlichen Beanspruchungen des Materials führen muß, und daß daher auch die sehr einfache mechanische Konstruktion des Rotors großen Schwierigkeiten unterworfen sein muß. Die kurzschlußartigen Stromstöße, die bei einem Stufenmotor mit 4 bis 6 Stufen nicht zu vermeiden sind und selbst durch eine Kombination mit Stufentransformator nicht beseitigt werden können, falls wirklich bedeutende Zugkräfte entwickelt werden sollen, bilden den zweiten schwerwiegenden Nachteil gegenüber dem Reihenschlußmotor. Sie mögen in einem einzelnen Betrieb geringen Einfluß gewinnen, prinzipiell müssen sie jeden Betrieb gefährden. Ein dritter Nachteil liegt darin, daß nur Lokomotiven mit genau gleicher Radgeschwindigkeit und innerhalb eines Fahrzeuges nur Motoren mit genau gleicher Schlüpfung bei gleicher Leistung parallel arbeiten können. Ein Ausgleich der Belastung auch nur bei geringen Differenzen durch Spannungsregulierung ist mit großen wirtschaftlichen Nachteilen, Beeinträchtigung von Wirkungsgrad und Leistungsfaktor verbunden. Zwei Lokomotiven mit verschieden abgenutzten Bandagen oder verschiedenen Übersetzungen und Radddurchmessern oder verschiedenen Schlüpfungen der Motoren arbeiten nicht wirtschaftlich miteinander. Um 1% Geschwindigkeitsunterschied bei zwei Triebrädern auszugleichen, müßte der eine Antriebsmotor eine 10% niedrigere Spannung erhalten als der andere, für gleiche Leistung. Der Motor müßte also künstlich verschlechtert werden. Die normale Schlüpfung ist mit 5% vorausgesetzt. Mit jeder Änderung der Periodenzahl ändert sich schließlich proportional die Geschwindigkeit sämtlicher Fahrzeuge.

Die Kompromisse, die bei der Konstruktion derartiger Drehstrom-Stufenmotoren zu bilden sind, lassen sich wohl am einfachsten durch eine Gegenüberstellung der Werte des Leerlauf- und Kurzschlußstromes bei den verschiedenen Stufen ausdrücken. Es werde vorausgesetzt ein Motor, der mit den Polzahlen 6, 8 und 12 eine normale Leistung von $A \cdot \eta$ KW abzugeben vermag, wobei η den sog. scheinbaren Wirkungsgrad bedeutet, den wir im Mittel mit 0,75 einschätzen. Der Motor soll bei diesen Geschwindigkeiten um 50% überlastbar sein, auch wenn die Klemmenspannung um 25% gesunken ist. Die eine Wicklung, mit welcher die Polzahlen 6, 8 und 12 hergestellt werden, läßt sich für größere Motoren so dimensionieren, daß der Streuungskoeffizient für 6 Pole 0,05, für 8 Pole 0,07 und für 12 Pole 0,10 wird. Die Leerlaufströme bei diesen drei Polzahlen werden sich etwa verhalten wie 1 : 1,2 : 1,5, die Kurzschlußströme demnach wie $20 : 17 : 15$. Der normalen Leistung entspreche die Stromstärke J, damit die obige Überlastungsbedingung angenähert erfüllt werden kann, muß die auf normale Spannung berechnete Kurzschlußstromstärke J_k den Wert annehmen:

$$\frac{J_k \cdot 0{,}7}{1{,}25^2 \cdot 12} = 1{,}5 \cdot J \cdot 0{,}80$$

$J_k = 3{,}6\, J$, daraus folgt der Leerlaufstrom für die Polzahl 12: $J_0 = 0{,}30\, J$.

Bei diesem Leerlaufstrom wird der Leistungsfaktor für 12 Pole ungefähr 0,8. Es ist nun die zweite Wicklung, welche die Polzahlen 16, 24 und 32 liefern soll, zu bestimmen. Auch mit diesen Polzahlen soll das maximale Drehmoment, das bei einer um 25% reduzierten Spannung erreicht werden kann, 50% höher liegen als das normale Drehmoment bei 12 Polen und zwar soll dieses Drehmoment bei den beiden größten Polzahlen 32 auch im Stillstand auftreten. Aus wicklungstechnischen Gründen ist anzunehmen, daß sich die Leerlaufströme bei den Polzahlen 16, 24 und 32 verhalten werden wie $1 : {}^3/_4 : {}^3/_4$, die Kurzschlußstromstärken bei Berücksichtigung sehr großer Schlüpfungen wie $9 : 4 : 3$. Bezeichnen wir die Kurzschlußstromstärke bei 32 Polen mit J_k', so muß angenähert sein:

$$\frac{J_k'}{1{,}25^2} = 1{,}5 \cdot \frac{12}{32}$$

$$J_k' = 1{,}2\, J$$

$$J_0' = 0{,}3\, J.$$

Um dieses Verhältnis zu erreichen, muß die zweite Wicklung für 32 Pole ungefähr dreimal mehr Windungen erhalten als die erste für 12 Pole. Beträgt nun bei normaler Leistung und Stromstärke J mit der ersten 12poligen Wicklung die Schlüpfung 5%, so wird in der gemeinsamen Rotorkurzschlußwicklung der Anlaufkurzschlußstrom J_k' der zweiten 32poligen Wicklung einen Arbeitsverlust von $1{,}2^2 \cdot 3^2 \cdot \frac{SA}{100}$ bewirken und bei einer nur 25% reduzierten Spannung $7{,}5 \cdot \frac{SA}{100}$. Dieser Arbeitsverlust soll bei dem der 32poligen Wicklung entsprechenden Synchronismus einer Leistung gleichkommen $= 1{,}5 \cdot A \cdot \frac{12}{32}$, damit die gewünschte Anzugskraft eintritt.

Es müßte also die Schlüpfung bei normaler Leistung sein:

$$\frac{S}{100} = 0{,}075.$$

Beim Anlassen werden nun bei jedem Übergang von einer Stufe zur nächsten, wenn wirklich die größte Zugkraft entwickelt werden soll, angenähert 70% der vollen der nächsten Stufe entsprechenden Kurzschlußstromstärke vorübergehend auftreten. Nur bei kleineren Zugkräften läßt sich durch Zwischenstufen mit reduzierter Spannung eine Reduktion dieser Stromstärken erreichen. Es läßt sich zusammenfassend etwa folgende Tabelle für die hauptsächlichsten Stromverhältnisse eines solchen Stufenmotors aufstellen, alle Werte ausgedrückt als approximative Vielfache der normalen Stromstärke J.

Polzahl	6	8	12	16	24	32
Normalleistung	$\frac{A}{1,5}$	$\frac{A}{1,5}$	$\frac{A}{1,5}$	$\frac{A}{2}$	$\frac{A}{2}$	$\frac{A}{2,5}$
Normalstrom	0,9	1	1	0,75	0,65	0,55
Leerlaufstrom	0,25	0,30	0,36	0,4	0,4	0,3
Kurzschlußstrom	5	4,6	3,6	3,3	2	1,25
Schlupfung	0,7	1	1	1,25	5	5
cos φ	0,9	0,85	0,8	0,75	0,65	0,6
Max. Drehmoment bei 25 % Reduktion der Spannung	1	1,2	1,5	1,8	1,6	1,5

Dieser Tabelle stellen wir gegenüber eine Tabelle mit analogen Werten für einen Wechselstrom-Reihenschlußmotor.

Geschwindigkeit	12 / 6	12 / 8	12	12 / 16	12 / 24	12 / 32
Normalleistung	$\frac{A}{1}$	$\frac{A}{1}$	$\frac{A}{1}$	$\frac{A}{1,5}$	$\frac{A}{2}$	$\frac{A}{2,5}$
Normalstrom	$\frac{1}{2}$	$\frac{8}{12}$	1	1	1	1
Normalspannung	1,3	1	0,7	0,55	0,5	0,37
Strom für 1,5-faches Drehmoment	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Anlaufspannung für 1,5-faches Drehmoment	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
cos φ bei normaler Leistung	0,96	0,95	0,92	0,90	0,85	0,77
Max. Drehmoment bei 50 % reduz. Spannung und 3-fachem Strom	4	4	4	4	4	4

Daraus leuchtet die bedeutende Überlegenheit des Reihenschlußmotors in bezug auf Anzugskraft und Überlastbarkeit und Leistungsfaktor deutlich hervor.

1) Periodenzahl.

Es bleibt nun zum Schlusse die Frage übrig, wenn Wechselstrom als Betriebssystem angenommen wird, welche Periodenzahl die richtige ist. Man kann ohne Bedenken sagen, daß 15 Perioden zweckmäßiger sind als 25 und zwar aus folgenden Gründen: In erster Linie sind es gewiß die geringen Spannungsverluste in Oberleitungen und Schienen, die geringen Kapazitätsströme und Unhörbarkeit im Telephon, die den 15 Perioden z. B. auf der Valtellina- und Simplonbahn Eingang verschafft haben. Mit der Abnahme der Spannungsverluste wächst die Überlastbarkeit der Leitungsanlage und die Entfernung bis auf welche die Anlage ausgedehnt werden kann. In zweiter Linie sind es aber die Motoren, die bei 15 Perioden ein 50 % stärkeres Magnetfeld erhalten und daher mit kleinerer Polzahl ausgeführt werden können als bei 25 Perioden. Der induktive Spannungsverlust in den Motoren mit 25 Perioden ist etwa 50 % größer, der Leistungsfaktor mithin bis 5 % kleiner, Gewicht und Preis der 25 Periodenmotoren wurden 30 % größer als bei 15 Periodenmotoren. Dazu kommt noch, daß die größten Motorleistungen im gegebenen Raum mit 25 Perioden konstruktiv nicht so gut entwickelt werden können. Es ist z. B. nicht gelungen, einen praktischen Motor mit 1000 PS Leistung bei 25 Perioden auf den oben geschilderten Lokomotiven unterzubringen. Der größte Motor, der unter Beobachten der obigen Regeln für 25 Perioden konstruiert wurde, leistet 500 PS bei 700 bis 1050 Umdr., er hat 10 Pole, einen äußeren Durchmesser von 1300 mm und wiegt 7000 kg, während ein gleichstarker Motor bei 15 Perioden 8 Pole und ein Gewicht von 5800 kg erhält. Es müßten also bei diesen Motoren die größeren Leistungen z. B. durch Verwendung von Widerstandsverbindungen oder Feldschwächung beim Anfahren ausgeführt werden, doch würde dabei die gleiche bewährte Konstruktionsbasis verlassen und der Vergleich technisch unrichtig werden. Selbstverständlich kann es einzelne Fälle von Zugsgeschwindigkeiten geben, wo für ein vereinzeltes Motorsystem z. B. für den Reihenkurzschlußmotor ohne Zahnradübersetzung auch einmal eine höhere Periodenzahl, eine passendere synchrone Geschwindigkeit ergibt. Aber für den allgemeinen Bahnbetrieb muß jedes bekannte Motorsystem an Leistungsfähigkeit und Anpassungsfähigkeit durch die niedere Periodenzahl gewinnen. Die Verbilligung der Kraft- und Transformatorenwerke mag bei 25 Perioden im Vergleich zu 15 Perioden für den elektrischen Teil etwa 20 % betragen. Es wäre höchst kurzsichtig, einer solchen Ersparnis zuliebe die Entwicklungsfähigkeit der elektrischen Fahrzeuge im allgemeinen einzuschränken; denn die Nachteile einer zu hohen Periodenzahl können vielleicht im einzelnen umgangen, aber nie prinzipiell beseitigt werden. Bei allen Motorsystemen ist die Lamellenspannung beim Anfahren bei gegebener Feldstärke proportional der Periodenzahl. Auch wenn die Vorteile der niederen Periodenzahl für die Fahrzeuge nicht so allgemein gültig wären und nur bei einem einzigen Motorsystem, z. B. dem einfachen Reihenschlußmotor, der ja allerdings das am weitesten verbreitete System bildet, so stark hervortreten würden, dürfte keine Rücksicht auf Verbilligung der Kraftwerke, die ja prinzipiell für alle Periodenzahlen gleich gut gebaut werden können, der Zukunft des elektrischen Bahnbetriebes in seiner Allgemeinheit in den Weg gestellt werden.

Bei der Diskussion der Periodenzahl ist schließlich zu beachten, daß kleine Abweichungen der Periodenzahl von einem bestimmten Mittelwert, also z. B. Periodenzahländerungen von 14 bis 17 Perioden bei elektrischen Ausrüstungen, die für eine normale Periodenzahl von 15 gebaut sind, keinen praktisch erheblichen Einfluß auf die Wirkungsweise der Motoren und Transformatoren ausüben sollen. Die Fahrzeuge würden bei allen Periodenzahlen die gleiche Leistung entwickeln und ohne Änderungen an ihrer Ausrüstung von einer zur anderen Periodenzahl übergehen können. Nötigenfalls ließen sich auch ohne Schwierigkeit Motoren und Transformatoren so einrichten, daß sie bei 15 bis 20 Perioden ohne weiteres ihre Leistungsfähigkeit behalten. Kleinere Periodenzahlen als 15 führen rasch zu außerordentlich viel ungünstigeren Dimensionierungen der Generatoren und Transformatoren und würden schließlich zerstörende Vibrationen des Fahrzeuges ergeben.

Kleine Nachrichten.

Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft.

Elektrisch betriebene Förderanlage für den Mauveschacht der konsolidierten Heinitzgrube, Beuthen, O. S. Auf dem Mauveschacht der Georg von Giesches Erben gehörenden konsolidierten Heinitzgrube, Beuthen, O. S., wurde im Laufe des Septembers eine elektrische Hauptschacht-Förderanlage nach einem neuen von der A.-G. Brown, Boveri & Cie. ausgearbeiteten System erfolgreich in Betrieb gesetzt.

Bei dem Fördersystem Brown, Boveri wird im Kraftwerk eine Dampfturbine mit automatischem Umlaufventil aufgestellt, mit der eine Förderturbodynamo und ein Generator — in diesem Falle ein Drehstromgenerator — für die allgemeinen Betriebe der Zeche gekuppelt wird. Der Fördermotor wird von der Turbodynamo in der bekannten Leonardschaltung gespeist.

Das System benutzt die gute Regulierfähigkeit der Dampfturbine System Brown, Boveri-Parsons, die es gestattet, die bei dem Förderbetrieb auftretenden Belastungsstöße direkt von der Dampfturbine ohne störende Schwankungender Drehzahl aufzunehmen und in die Kessel weiter zu leiten, die einen natürlichen Akkumulator bilden.

Die Vorteile des Systems Brown, Boveri sind Einfachheit, geringere Anzahl von Maschinen und Apparaten und schnelle Betriebsbereitschaft. Bemerkenswert ist, daß bei ihm nicht erst ein künstlicher Arbeits-Akkumulator — Schwungrad — geschaffen werden muß, sondern daß der in den Kesseln aufgespeicherte Dampf mittels des automatischen Umlaufventils zur Arbeitsabgabe während der Belastungsspitzen herangezogen wird. Die Wirtschaftlichkeit wird noch durch die Kuppelung der Dampfturbine mit dem zweiten Generator für den übrigen Verbrauch der betreffenden Zeche an elektrischer Arbeit (Grundbelastung) erhöht, weil der Dampfverbrauch der Turbine während der Förderpausen in nutzbringende Arbeit umgesetzt wird.

Fig. 681. Inneres des Fördermaschinenhauses auf dem Mauveschacht der konsolidierten Heinitzgrube, Beuthen, O. S.

Die Hauptschachtfördermaschine ist in ihren mechanischen Teilen für die Förderung einer Nutzlast von 7200 kg Kohle aus 770 m Teufe bei einer Seilgeschwindigkeit von 10 m/Sek. und Anwendung eines Unterseiles gebaut worden, wofür die jetzt montierte elektrische Ausrüstung, die für die Förderung von 3600 kg Kohle aus 540 m Teufe bei gleicher Seilgeschwindigkeit bemessen wurde, zu verdoppeln wäre.

Die Dampfturbine, System Brown, Boveri-Parsons, ist für Dampf von 9,5 kg/cm² Überdruck und einer Temperatur von 275° an ihrem Einlaßventil gebaut worden und wird an eine Zentralkondensation mit einem garantierten Vakuum von 90% angeschlossen. Die Förderdynamo ist mit Deriwicklung versehen, wie sie von der A.-G. Brown, Boveri & Cie. schon seit längerer Zeit für Turbomaschinen ausgeführt wird.

Die von der Deutsch-Luxemburgischen Bergwerks- und Hütten-A.-G., Abteilung Friedrich-Wilhelmshütte, gelieferte Köpescheibe hat einen Durchmesser von 8 mm und macht daher bei einer Seilgeschwindigkeit von 10 m/Sek. 24 Umdr. pro Min. Die Welle der Köpescheibe hat zwei kräftige Lager mit Ringschmierung, die auf einem schmiedeeisernen Fundamentrahmen, der auch die Außenlager der beiden Motoren aufnimmt, aufsitzen. Auf der linken Seite der Fig. 681 ist der Kuppelungsflansch für den zweiten Motor zu sehen, mit dessen Aufstellung und gleichzeitiger Verdoppelung des Förder-Turbomaschinensatzes im Kraftwerk die Förderanlage zur vollen Leistungsentfaltung kommen wird.

Eine ausführliche Beschreibung ist einem späteren Aufsatze vorbehalten.

Bau der Fahrzeuge.

Akkumulatorendoppelwagen der Preußischen Staatsbahnen. Die Preußische Staatsbahnverwaltung hat eine neue Triebwagenart in Gestalt eines Akkumulatorendoppelwagens geschaffen, die dem Zwecke dienen soll, auf Haupt- und Nebenbahnen, auf denen ein genügendes Verkehrsbedürfnis vorhanden ist, einen Zwischenverkehr neben den großen durchgehenden Hauptzügen zu schaffen.

Der erste dieser Akkumulatorenwagen ist vor kurzem in Betrieb genommen worden. Wie Fig. 682 zeigt, besteht der Doppelwagen aus zwei kurzgekuppelten, zweiachsigen Einzelwagen, deren jeder in einem Vorbau eine Akkumulatorenbatterie enthält. Durch die vollständige Abtrennung der Batterieräume von allen übrigen Räumen ist es erreicht worden, daß der Hauptnachteil des elektrischen Akkumulators für Verkehrszwecke, der darin besteht, daß die Schwefelsäuredämpfe mit der Zeit eine Beschädigung des Wagens und seiner Einrichtung herbeiführen und die Reisenden belästigen, vermieden werden konnte.

Der Doppelwagen hat 100 Sitz- und Stehplätze, und zwar ist die eine Wagenhälfte als 3. Klasse eingerichtet, die andere als 4. Klasse; außerdem enthält jede Wagenhälfte ein Führerabteil, das gleichzeitig als einziger Zugang der Reisenden zu dem Wageninnern dient.

Die elektrische Ausrüstung besteht aus zwei Hauptstrommotoren, die durch zwei Fahrschalter hinter- und nebeneinander geschaltet werden. Natürlich sind die letzten Erfahrungen der elektrischen Bahntechnik dabei zur Anwendung gelangt, indem die Motoren als Wende-

Fig. 682. Akkumulatorendoppelwagen der Preußischen Staatsbahnen.

polmotoren gebaut, die Ausschaltfunken aus dem Fahrschalter in ein Schütz verlegt wurden und zur Erhöhung der Geschwindigkeit auf den letzten Fahrstufen neben die Feldspulen der Motoren Nebenschlußwiderstände geschaltet werden.

Die Batterie besteht aus 168 Zellen und besitzt eine Gesamtklemmenspannung von mindestens 310 Volt sowie eine Kapazität von 368 Amp.St. Das Wagengewicht beträgt ca. 55 t, die beiden Motoren leisten während einer zweistündigen Belastung je 50 PS, was einer Stundenleistung von etwa 80 PS entsprechen dürfte. Der Wagen vermag mit einer Ladung wenigstens 100 km zurückzulegen und läuft mit 50 km Höchstgeschwindigkeit.

Von der übrigen elektrischen Ausrüstung ist noch besonders zu erwähnen, daß an jedem Pol der Batterie ein Batterieumschalter vorgesehen ist, der beim Öffnen die gesamte Wagenausrüstung von der Batterie abschaltet und durch Umlegung die Möglichkeit bietet, nach Abschaltung einer beschädigten Batterichälfte mit der anderen Batteriehälfte noch zu fahren. Weiter ist auf dem Führerstand ein Ordnungsschalter vorhanden, durch dessen Einstellung auf »Fahrt« die Signallaternen richtig geschaltet werden. Steht dieser Schalter nicht auf »Fahrt«, so ist ein Abfahren unmöglich.

Als Bremsung ist Luftdruckbremsung eingeführt worden, und zwar wird der Luftdruck durch eine Motorluftpumpe erzeugt. Da es in Aussicht genommen ist, auf Strecken, die sich dazu eignen, dem Akkumulatorendoppelwagen überhaupt nur einen Wagenführer und keinen weiteren Zugbegleiter mitzugeben, so sind alle Vorsichtsmaßregeln getroffen worden, um die Reisenden vor Schaden zu bewahren, wenn diesem einzigen Zugbegleiter ein Unfall zustoßen oder derselbe krank werden sollte. Zu diesem Zweck hat der Kurbelgriff des Handrades des Fahrschalters einen Druckknopf erhalten, bei dessen Loslassen auf einer Fahrstellung Notbremsung eintritt; außerdem besitzen die einzelnen von den Reisenden benutzten Abteile die üblichen Notbremszüge.

Die Entwürfe für die Wagen stammen von Herrn Geheimen Oberbaurat Wittfeld, während die Lieferung des Wagenkastens durch die Breslauer Aktiengesellschaft für Eisenbahnwagenbau, die Lieferung der Batterien durch die Akkumulatorenfabrik A.-G., Berlin-Hagen, und die Lieferung der elektrischen Ausrüstung durch die Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft, Berlin, erfolgte.

Aus dem Rechtsleben.

Haftpflichtfall. Bei dem Zusammenstoße eines Fuhrwerks mit einem Straßenbahnwagen war eine Person verletzt worden. Ihre Schadenersatzklage gegen die Straßenbahngesellschaft ist vom Reichsgericht am 30. Januar 1908 (Aktenzeichen VI 385/07) aus folgenden Gründen zugesprochen:

An dem Zusammenstoße und dem Unfall trifft den Kutscher des Fuhrwerks insofern ein Verschulden, als er unbekümmert um die Straßenbahn drauflos gefahren ist. Ein Betriebsunfall liegt hier vor, weil der Unfall mit dem Betrieb nicht bloß in örtlichen und zeitlichen, sondern mit der Betriebstätigkeit des Fahrens auch in ursächlichem Zusammenhange stand. Als höhere Gewalt ist das Verschulden des Kutschers nicht anzusehen. Zwar handelt es sich um ein Ereignis, das von außen gewaltsam in den Betrieb der Bahn eingegriffen hat und das wohl auch weder durch eine geschicktere und umsichtigere Leitung der Fahrt durch den Führer des Straßenbahnwagens, noch mit Mitteln, die den wirtschaftlichen Erfolg der Unternehmung nicht ausschlossen, abgewendet werden konnte. Allein eine Ausnahme bilden solche Ereignisse, die mit einer gewissen Häufigkeit wiederkehren und bei der Natur des Betriebes unvermeidlich sind, deren Gefahr daher der Bahnunternehmer als Betriebsgefahr zu übernehmen und zu vertreten hat. Dazu gehören bei Eisenbahnen, die ohne Abschließung des Bahnkörpers mit verhältnismäßig großer Geschwindigkeit durch verkehrsreiche Straßen fahren und, weil sie an die Schienen gebunden sind, nicht ausweichen können, Zusammenstöße mit Menschen, Tieren und Gegenständen aller Art, denen die Straße zur Fortbewegung dient, namentlich mit Fahrzeugen, mag deren Lenkern eine größere oder geringere Fahrlässigkeit dabei zur Last fallen. Eigenes Verschulden des Verletzten ist aber nicht behauptet.

In der Deutschen Juristenzeitung Nr. 10 teilt Justizrat Dr. Stranz den Schiedsspruch in dem Streite der Großen Berliner Straßenbahn gegen die Stadt Berlin mit: Jede Partei siegt zur Hälfte. Den Schaden durch den Betrieb der Nord-Süd-Unterpflasterbahn hat die Stadt der Gesellschaft zu ersetzen, dagegen ist ein Ersatzanspruch derselben betreffs der Linie Spittelmarkt—Alexanderplatz—Schönhauser Allee—Ringbahnhof abgewiesen. Coermann.

Geschäftliches.

Die Dr. Paul Meyer A.-G., Berlin N 39, hat eine **Taschenpreisliste** herausgegeben, die, wie das Vorwort sagt, »in übersichtlicher Weise das zusammenfassen soll, was in den zwanglos erschienenen Sonderlisten der Sammelmappe enthalten ist.«

In den sieben Teilen der Taschenpreisliste, in der Schalttafel- und tragbare Meßinstrumente, Strombegrenzer etc., Sicherungen, Ausschalter, Selbstausschalter und Zellenschalter, Schalttafelzubehör und Blitzableiter behandelt werden, führt die Dr. Paul Meyer A.-G. ihre Erzeugnisse

dem Leser in anschaulicher Weise vor Augen, dem die Taschenpreisliste in ihrer handlichen und übersichtlichen Form nur willkommen sein wird.

Aus den Geschäftsberichten.

Auszug aus dem Bericht der Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft vorm. W. Lahmeyer & Co., Frankfurt-Main über das Geschäftsjahr 1907/08.

Die Tätigkeit unserer Gesellschaft beschränkte sich im abgelaufenen Geschäftsjahr im wesentlichen auf die Verwaltung und weitere Ausgestaltung der uns gehörenden oder von uns verwalteten Betriebe, während wir von der Begründung neuer Unternehmungen mit Rücksicht auf die allgemeine Lage des Geldmarktes und die Kapitalbedürfnisse der uns nahestehenden Gesellschaften Abstand genommen haben.

Die Summe der Anschlußwerte an installierten Lampen und Motoren bei den von uns verwalteten Betrieben war zum Jahresschluß um rd. 57 % größer als im Vorjahre und ist bei einzelnen Betrieben sogar noch wesentlich stärker gestiegen. Wenn die Betriebsüberschüsse andererseits nicht in dem gleichen Maße gewachsen sind, so ist dies teils den besonders durch die erhöhten Kohlenpreise verursachten Ausgaben, teils aber auch der Einführung der Metallfaden-Glühlampen zuzuschreiben, welche einen erheblich geringeren Stromverbrauch haben und daher geringere Einnahmen ergeben. Dieser technische Fortschritt hat somit scheinbar einen relativen wirtschaftlichen Rückgang der Betriebe im Gefolge; derselbe ist aber tatsächlich nicht vorhanden, da jede Verbesserung der Verbrauchseinrichtungen und die hierdurch bedingte Verbilligung der elektrischen Beleuchtung und Kraftbetriebe eine bedeutende und unverhältnismäßig stärkere Zunahme der Anschlüsse bewirkt, ohne daß die Stromerzeugungsanlagen und -Kosten sich in gleicher Weise vergrößern.

Die Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke Aktien-Gesellschaft haben im Oktober vorigen Jahres die restliche Einzahlung von 75 % auf M. 4 000 000 Aktien, von welchen wir M. 2 000 000 im Besitz haben, eingefordert, so daß nunmehr das ganze Kapital von M. 55 000 000 vollgezahlt ist. Die Gesellschaft hat eine Dividende von 10 % gegen 11 % im Vorjahre zur Ausschüttung gebracht.

Aus dem Geschäftsbericht der Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke Aktien-Gesellschaft für das Jahr 1907 heben wir insbesondere folgendes hervor:

»Die während des Jahres im Ganzen aufgenommenen neuen Aufträge übersteigen noch die betächtlichen Auftragssummen des Vorjahres und zwar bei dem Carlswerk stärker, während sie bei dem Dynamowerk geringer sind. Andererseits ist auch die Summe der abgelieferten Waren und Anlagen im Ganzen noch um ca. 16 % höher als im Vorjahre und zwar bei dem Dynamowerk — infolge von dessen großen vorjährigem Auftragsbestand — um ca. 33 %, so daß die Auftragsbestände am Schluß des Jahres im Ganzen etwas geringer sind als im Vorjahre.

Wenn wir weiterhin trotzdem vorschlagen, die zu verteilende Dividende ein Prozent niedriger als im Vorjahre zu bemessen, so ist dies zum Teil auf einen Ausfall bei den Erträgnissen unserer Beteiligungen, sowie auf einen im vergangenen Frühjahr eingetretenen dreiwöchentlichen Streik in unserm Dynamowerk zurückzuführen, überdies aber auch der Ausdruck einer vorsichtigen Geschäftspolitik.

Die Zahl der angestellten Beamten und Arbeiter ist entsprechend der vergrößerten Arbeitsleistung weiter von insgesamt 10 470 am 31. Dezember 1906 auf 11 760 am 31. Dezember 1907 gestiegen, wovon auf das Carlswerk 6 535, auf das Dynamowerk 5 225 entfallen.

Bezüglich des Dynamowerkes in Frankfurt a. M. ist im besonderen noch folgendes gesagt:

In den Aufträgen des letzten Jahres waren enthalten:

rd. 9875 Maschinen mit einer Gesamtleistung entsprechend 500 000 PS,
gegen rd. 9020 Maschinen mit einer Gesamtleistung entsprechend 382 000 PS.

Abgeliefert wurden:

rd. 9330 Maschinen mit einer Gesamtleistung von 358 000 PS,
gegen rd. 8070 Maschinen mit einer Gesamtleistung von 265 000 PS.

Die Durchschnittsleistung der in Auftrag erhaltenen Maschinen ist demnach weiter gestiegen und zwar für die in Auftrag erhaltenen auf rd. 50 PS gegen 42 PS im Vorjahre und für die abgelieferten auf rd. 38 PS gegen 33 PS im Vorjahre.

Die im letzten Jahre in Angriff genommenen erheblichen Neubauten sind gegen Schluß des Jahres fertig gestellt und allmählich in Betrieb genommen worden.«

Der Bruttogewinn beträgt M. 3 365 134,25 gegen M. 3 503 164,35, woraus nach Abzug der Obligationen- und Bankzinsen, sowie Abschreibungen auf eigene Werke und Unkosten einschließlich des Vortrages ein Reingewinn von M. 1 601 557,49 verbleibt, aus welchem, wie in den Vorjahren, eine Dividende von 7 % verteilt werden soll.

Neue Bücher.

Illustrierte Technische Wörterbücher in sechs Sprachen. Band III: Dampfkessel, Dampfmaschinen und Dampfturbinen. München und Berlin 1908. Verlag von R. Oldenbourg. Preis M. 14,—.

Während die erst erschienenen Bände Nr. I und II der »Illustrierten Techn. Wörterbücher« K. Deinhardt und Schlomann, Verlag R. Oldenbourg, München, »Die Maschinenelemente und die gebräuchlichsten Werkzeuge« sowie »Die Elektrotechnik« betrafen, behandelt der neu herausgekommene Band III in einem stattlichen Umfange von mehr als 1300 Seiten und etwa 3500 Abbildungen »Die Dampfkessel, Dampfmaschinen und Dampfturbinen«. Die systematische Aufbaumethode der I. T. W., welche bei den ersten beiden Bänden die einstimmig günstigste Beurteilung seitens der Fachkreise fand, ist auch im vorliegenden dritten Bande mit bestem Erfolge beibehalten worden, des ferneren die Maßnahme, auswärtige Fachleute und Firmen zur tatkräftigen Hilfe und eine Anzahl erfahrener Spezialisten zur redaktionellen Mitarbeit auf den individuellen Sondergebieten heranzuziehen.

Es kann daher der neue Band als eine sachlich gut ausgewählte und zusammengestellte Wortsammlung in handlicher übersichtlicher Form »aus der Praxis für die Praxis« bezeichnet werden, welche in ihrer Art nur schwer zu übertreffen sein dürfte. E. Richel.

Transmissionen. Triebwerke, Abbildungen, Maße, Gewichte und Preise mit einem Anhang wichtiger Tabellen. Eine Zusammenstellung für Konstrukteure und Betriebsbeamte.

Unter dem Titel »Transmissionen« hat die Sächsische Maschinenfabrik vorm. Rich. Hartmann A.-G. vor

mehreren Monaten einen Katalog herausgegeben, der die Zubehörteile für Transmissionen, wie Wellen und Kupplungen, Lager mit Ringschmierung und Kugellager, Befestigungsteile und Verankerungen für Lager, Leit- und Spannrollen sowie Riemenscheiben, kurz beschreibend und in tabellarischer Übersicht behandelt. Die Tabellen, die neben den wichtigsten Abmessungen der Zubehörteile auch Angaben über deren Gewicht und Preis enthalten, sind mit guten, den projektierenden Ingenieur interessierenden Maßskizzen versehen.

Ein weiterer Abschnitt befaßt sich mit »Plänen kompletter Transmissionsanlagen« vornehmlich für Spinnereien und Webereien. Wenn auch in elektrotechnischen Kreisen die Meinungen über den Transmissionsantrieb solcher Anlagen sehr geteilte sind, so zeigen diese Pläne, daß bei sachgemäßer Lage der Antriebsmaschine und der Haupttransmission sich die Länge der Wellen und damit die Zahl der Lager und Kupplungen auf ein Mindestmaß herabdrücken läßt, was auf die Kosten und die Wirtschaftlichkeit der ganzen Anlage von großem Einflusse ist.

Im Anhange des Katalogs, der mit »Hilfstabellen zur Berechnung der Dimensionen und Leistungen von Transmissionsteilen« überschrieben ist, wird u. a. in einigen Tabellen das Übertragungsvermögen in PS von einfachen und Doppelriemen, von Hanf- und Drahtseilen bei verschiedenen Riemen- und Seilgeschwindigkeiten angegeben, das allgemein interessieren dürfte. Fr.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

1. Ganze Kraftanlagen (Kraftwerke).

London Electric Power Bills. (Elect. Enging., 14. Mai 1908.)* Der dem House of Lords unterbreitete Gesetzentwurf, betreffend die Versorgung Londons mit elektrischer Arbeit enthält ein ausführliches Projekt eines großen Elektrizitätswerkes in Barking an der Themse, Berichterstatter J. D. Fitzgerald. Das Werk soll nicht nur London, sondern auch die Grafschaft Essex, Middlesex und Kent mit Kraft versorgen. Gegenwärtig enthält das genannte Gebiet 66 Kraftwerke mit 29 verschiedenen Stromerzeugungsarten und 18 Verteilungssystemen. Durch die erwähnte Zentralisierung sollen die Anlagekosten pro KW von gegenwärtig M. 682 bis 950 auf M. 200 bis 240 ermäßigt werden. Die Energie soll dann auf Grund eines gemischten Tarifs sehr billig abgegeben werden. Parshall machte über die Einzelheiten der projektierten Kraftwerke Angaben. Es soll Drehstrom von 15000 Volt bei 50 Perioden erzeugt und an 14 Unterwerke abgegeben werden. Bei Verdoppelung der Leistung könnte die Abnahme auf 492 Mill. KW.St. jährlich anwachsen. Die Gesamtkosten des Kraftwerkes samt Übertragungsanlage und Unterwerke sind im ersten Ausbau auf M. 52 Mill., im zweiten auf M. 84 Mill. geschätzt. Die jährlichen Betriebsausgaben (Kohle M. 12 pro t) betragen M. 5 Mill., nebst Verzinsung und Abschreibung M. 6 Mill., wogegen bei 190 Mill. KW.St. eine Einnahme von M. 9800000 zu erwarten ist.

The Noltingham Corporation Electric Supply Undertaking. (Elect. Enging., 25. Juni 1908.) Das kombinierte Licht-, Kraft- und Bahnnetz in Nottingham wird von drei Gleichstromkraftwerken mit elektrischer Arbeit versorgt, von welchen zwei miteinander durch Kabel verbunden sind, das dritte, eine Müllverbrennungsanlage nur an das Lichtnetz geschaltet ist. Das älteste, im Jahre 1894 angelegte Werk in der Talbot Street hatte ursprünglich sechs bipolare Willans-Siemensmaschinen zu 80 PS, 100 Volt, später wurden vier, bzw. sieben, vertikale Einheiten zu 135 PS, 220 Volt und vier größere Dreizylinder-Kompoundmaschinen aufgestellt. Sämtliche Dampfmaschinen arbeiten ohne Kondensation. Die alten 80 PS-Maschinen dienen jetzt zur Batterieladung, ein an letztere angeschlossener 30 PS-Motorgenerator als Ausgleichsmaschine im Dreileiternetz von 2 × 200 Volt. Im Jahre 1899 wurde ein neuer Maschinenraum mit getrenntem Kesselhause errichtet, welcher neun Einheiten, bestehend aus 700 PS vertikalen Willans-Kompoundmaschinen, in direkter Kupplung mit achtpoligen 440 KW-Gleichstromgeneratoren enthält, von denen sechs mit Nebenschlußerregung nur für das Lichtnetz, drei mit Doppelschlußwicklung auch für das 550 Volt Bahnnetz Strom liefern. Die Kesselanlage besteht aus acht Lancashire Kesseln im alten, und 14 größeren im neuen Kesselhaus. Das Kraftwerk St. Ann besitzt die gleiche Einrichtung wie das neue Maschinenhaus des Talbot Street Kraftwerkes, nur besitzen die Kessel statt Handfeuerung automatische Feuerung und künstlichen Zug. Die Müllverbrennungsanlage enthält drei sechspolige 440 Volt, 150 KW-Generatoren mit Dreifachexpansionsmaschinen bei 360 Umdr. pro Min., der Dampf wird von 6 B. & W. Kesseln geliefert, welche an die 12zellige Verbrennungsanlage angeschlossen sind. Die Kessel sind auch mit Hilfsrosten für Kohlenfeuerung versehen. Im letzten Jahre wurden 28300 t Müll verbrannt und 1069000 KW.St. erzeugt, d. i. 37,8 KW.St. pro 1 t Müll. Alle drei Kraftwerke liefern zusammen 11,16 Mill. KW.St. hiervon 5,3 Mill. KW.St. Bahnbelastung. Der mittlere Belastungsfaktor für Licht war 15,3 %, Bahn 33,1 %. Die reinen Betriebskosten der KW.St. betrugen 6,4 Pf. und einschließlich der Kapitalskosten und Steuern 13,9 Pf. pro KW.St.

Electricity Supply in Sulton (Surrey). El. Review, 17. Juli 1908.)* Das mit elektrischer Arbeit zu versorgende Gebiet liegt südwestlich von London in der Umgebung von Croyden. Das im Belastungszentrum gelegene Kraftwerk war ursprünglich mit Brush Universalmaschinen versehen, welche jedoch wegen der störenden Geräusche und Vibrationen später durch Turbogeneratoren ersetzt wurden. Die gegenwärtige Einrichtung besteht aus drei Parsons-turbogeneratoren zu 500 KW, von welchen zwei aus je einem 250 KW Gleichstrom- und 250 KW Wechselstromgenerator bestehen. Es wird Wechselstrom von 2200 Volt, 50 Perioden und Gleichstrom, 550 Volt, (Bahnbetrieb) bei 3000 Umdr. pro Min. erzeugt. Das Fundament dieser Turbogeneratoren besteht aus Eisenrahmen auf Betonsockeln, welche zur vollständigen Vermeidung von Geräuschen auf Gummipolstern aufruhen. Der Dampfverbrauch beträgt 8 kg pro KW.St. bei Vollast und 10,8 kg bei Halblast (Oberflächenkondensation und Überhitzung). Die Hilfsmaschinen sind sämtlich mit Wechselstrommotoren betrieben. Zur Dampferzeugung dienen 3 B. & W. Kessel mit Handfeuerung und 2 Galloway tubekessel mit Überhitzern. Das Kraftwerk versorgt einen Teil der South Metropolitan Tramways mit Strom. Es führen außerdem Papierkabel in der Gesamtlänge

von 27 km nach einem Unterwerk, an welches 56 km Verteilungskabel und zahlreiche luftgekühlte Transformatoren angeschlossen sind. Das angeschlossene Beleuchtungsnetz ist mit 30 NK-Osramlampen versehen, von welchen bis jetzt 193 Einheiten zu je zwei in Reihe, installiert wurden. Das angeschlossene Bahnnetz hat eine Länge von 21 km.

Neuzeitliche Dampfanlagen. Von Chr. Eberle. (Z. d. V. D. I., 2. Mai 1908, S. 687; 9. Mai 1908, S. 735.)* Brennstoffverbrauch für verschiedene Kraftanlagen: Dampfmaschine 4875 WE pro PSe.St., Sauggasanlage 3200, Dieselmotor 2000. Wirkungsgrade: 13, 20 und 32%. Brennstoffkosten für 100000 WE für böhmische Braunkohle 35 Pf., Anthrazit 44 Pf., Treiböl 100 Pf. Kosten für die Nutzpferdestärke 1 : 0,82 : 1,17. — Dampfbetrieb dort am wirtschaftlichsten, wo auch zu anderen Zwecken Dampf gebraucht wird. Bei Benutzung der Wärme des Abdampfes, der Abgase und des Kühlwassers berechnen sich die Kosten für 100000 WE bei Dampfbetrieb zu 50 Pf., bei Sauggasanlage zu 59 Pf., bei Dieselmotor zu 111 Pf. — Dampfanlage in einer Papierfabrik mit drei Papiermaschinen: der Dampf verläßt die Maschine schwach überhitzt. 12 Atm., 280° C, Vorwärmer, Kessel 2 × 260 + 1 × 240 qm, Stufenrost für böhmische Braunkohle; Zahlentafel über Verdampfversuche: Wirkungsgrad von Kessel und Überhitzer 68%, von Vorwärmer 8,5% (Erhöhung von 72 auf 143° C). — Braereidampfanlage: der Dampf verläßt die Maschine mit 1,5 Atm. Auspuffdruck. Abdampf geht in die Pfannen resp. durch Sicherheitsventil zur Warmwasserheizung und Trocknung, die darüber benötigte Menge strömt durch Reduzierventil direkt vom Kessel. — Dampfanlage der Pschorrbraueret in München: Dampf für die Pfannen dem Receiver entnommen, Dampf für Warmwasserbereitung von dem Kondensator entnommen. Kessel 14 Atm., 300°; Vorwärmer, mechanische Feuerung, Wirkungsgrad zusammen 80,7%. — Anlage der Löwenbraueret in München: Kessel für 10,4 Atm. und 240° C; Zwischendampf von 2 Atm. entnommen; Brennstoffausnutzung 81,6% (Kessel 68%, Überhitzer 3,4%, Vorwärmer 10,2%). Rückförderung des Kondensats nach dem Kessel. Ölfilter für das Kondensat; reinigen bis auf 1 g Öl pro cbm. — Dampfanlage der Münchener Neuesten Nachrichten: 300 PS für Druckmaschine und Elektrizität. Zwischendampfentnahme, 0,9 Atm. für Heizung, Brennstoffausnutzung 81,9% (70,2 in Kessel, 5,5 in Überhitzer, 6,2 in Vorwärmer).

Die Kraftübertragungsanlagen der Ruhrtalsperren-Gesellschaft. Von Prof. Rasch und Dr.-Ing. Bauwens. (Z. d. V. D. I., 18. April 1908, S. 606; 25. April 1907, S. 654; 9. Mai 1908, S. 748.)* 1. Das Kraftwerk am Heimbach. Druckrohre aus Schmiedeisen zu beiden Seiten des Maschinenhauses. Zwei Reihen à 3 Turbinen. Hauptabsperrschieber im Druckrohr, außerdem vor jeder Turbine. Francis-Doppelturbinen von Escher, Wyß & Co., 70 m Gefälle, 1550 PS bei 110, 2000 PS bei 500 Umdr. pro Min. Doppelschaufelkranz des Laufapparates aus Manganbronze, drehbare Leitschaufeln aus Stahlguß; Laufrad 950 ϕ. Steuerwasser durch Filter gereinigt. — Erregerturbinen 200 PS, 900 Umdr. pro Min., Laufräder 550 ϕ. — Diagramm der Druckschwankungen im Entlastungsschacht, hervorgerufen durch den Regulierungsvorgang: Schwankung der Wassersäule bis 36 m; Abhilfe durch Schieber, der beim Hochsteigen der Säule Wasser aus dem Schacht austreten läßt. — Generatoren der El. A. G. vorm. W. Lahmeyer & Co., à 1370 KW bei 5000 Volt und cos φ = 0,8; Regelung von 4900 bis 5400 Volt; Erregerstrom 75 Amp. bei Vollast. Gebäudeheizung im Winter durch die Generatoren bewirkt. Erregermaschinen 225 Volt, 135 KW. — Wasserverbrauch:

70 m	Druck	1040 KW	2100 l	pro	Sek.
75 »	»	1180 »	2150 l	»	»
82 »	»	1370 »	2240 l	»	»
89 »	»	1370 »	2060 l	»	»
100 »	»	1370 »	1840 l	»	»
110 »	»	1370 »	1725 l	»	»

Wasserverbrauch der Erregerturbinen bei Vollast:

70 m	Druck	272 l	pro	Sek.	
82 »	»	226 l	»	»	
110 »	»	185 l	»	»	

Bei Belastungsschwankungen von 200 KW (15%), Änderung der Drehzahl von 2,5%, bei völliger Entlastung 14% Spannungssteigerung. Temperaturerhöhung nach 10 St. 50° C. — Jeder Generator durch einen Transformator 5000/34000 Volt und Ölschalter an die Sammelleitung angeschlossen. Nur Schienen für 39000 Volt. Trennschalter für je zwei Maschinen. Schutz gegen Überspannung, bestehend aus Drosselspule, Hörnerblitzableiter, Wasserwiderstand und Wasserstrahlerder. Relais für Bedienung der Ölschalter bei Kurzschluß und Überlastung, einstellbar auf 1 bis 7 Sek. Hörnerblitzableiter aus vierkantigem Kupfer; Drosselspule aus Flachkupfer; Wasserwiderstand in Betonbecken. Schalttafel. Regelung von einem Punkte von der Tafel aus. Drahtbruchrelais, welches den Hauptschalter bedient. Messung des Isolationswiderstandes mit Gleichstrombatterie. — Stromverteilungssystem: 34000, 5000 und 220 Volt. Mittelspannung für Großabnehmer. Vier Hochspannungsleitungen von 35, 40, 64 und 27 km Länge à 5 × 50 qmm Querschnitt. 5000 Volt-Leitung 3 × 120 qmm Querschnitt. Hochspannung an eisernen Gittermasten; Deltaglocke, Randentladungen bei 100000 Volt in trockenem Zustande, bei Platzregen und Nebel bei 66000 Volt, Durchschlag nicht möglich. Sicherung gegen herunterfallen der Drähte, Schutznetze auf besonderen Gestängen. — Transformatorenhäuser für 34000/5000 Volt massiv, zweistöckig. Einpoliges Schaltungsschema. Für die 5000 Volt-Kreise Hörnerblitzableiter mit Zapfscher Funkenstrecke; für die 34000 Volt-Kreise S. & H.-Ableiter mit Hilfsschwingungskreis. Zwischen je zwei weit auseinander gelegenen Hochspannungsunterwerken sind noch Schalthäuser mit von Hand zu bewegenden Ölschaltern eingebaut. — Mittelspannungsleitungen meist oberirdisch an Holzmasten mit Eisenfuß; in bebautem Gelände und bei Übergängen Hochspannungskabel verseilt. Tariffragen.

Eine moderne amerikanische Niederdruck-Wasserkraftanlage. Von H. E. Hemmeler. (Z. d. V. D. I., 30. Mai 1908, S. 862.)* Great Falls Anlage in Süd Carolina mit 43000 PS, die dem Catawbe-Fluß entnommen werden. Kanalbauten und Wehranlagen: Staumauer 6 bis 10 m hoch; Grobrechen vor den Kanalfallen mit Neigung 2 : 1, wodurch alle Fremdkörper an die Oberfläche getrieben werden. Wasser-

fassung vor den Turbinen: Steinwall von 225 m Länge und 27,5 m Höhe, in den die Turbinen hineingebaut sind. Kein Überfall, zwei Durchlasse zu beiden Seiten des Maschinenhauses. Acht Zulaufrohre mit Rechen 6 × 11 m, lichte Weite 38 mm, dahinter Fallen für den Abschluß der Rohre, Druckausgleich vor dem Hochziehen; 1 Gleichstrommotor für alle Fallen, bewegt vom Schaltbrett aus. — Maschinenhaus; acht Generatorturbinen à 5200 PS, zwei Erregerturbinen à 700 PS von der Allis Chalmers Co.; Nettogefälle 22 m, Wassermenge 22 cbm pro Sek., 225 Umdr. pro Min., Wirkungsgrad bei

1/4	1/2	3/4	1/1 Öffnung
80	81	82	78 %

Laufräder 1340 ϕ, spez. Drehzahl 242, Wassermenge pro m Gefälle 2, Koeffizient der Umfangsgeschwindigkeit 0,75. Leitkränze mit Finkschen Drehschaufeln; Stahlblechkessel der Turbine 4,5 m ϕ. Welle dreimal gelagert, feste Wellenkuppelung mit 12 mm starker Distanzscheibe. Selbsttätige Druckoiregelung der Lombard Governer Co., Schlußzeit 4 Sek., Energie 980 mkg bei 17,5 Atm. Öldruck, ein Regler für beide Erregerturbinen. Für die acht Generatorturbinen vier Regler, die in 2 Sek. schließen oder öffnen, Energie 5400 mkg. Schema der Druckoiregelung. Bei Änderungen von 25, 50, 75, 100 % Belastung Schwankung der Drehzahl 2, 4, 7, 11 %. (Schluß folgt.)

Eine moderne amerikanische Niederdruck-Wasserkraftanlage. Von G. E. Hemmeler. (Z. d. V. D. I., 13. Juni 1908, S. 960.)* (Schluß.) Generatorenhaus 73 × 11 m, Transformatorenhaus 26 × 21, auf die Pfeiler der Auslaufkanäle gebaut. Kanäle aus harten, behauenen und verputzten Steinen, Sohle aus Beton. Daß des Transformatorenhauses aus Eisenbetonplatten. Natürliche und künstliche Lüftung. Schaltanlage in der Mitte der Unterwasserseite. — Untergeschoß des Transformatorenhauses nur für die Leitungen; zweites Geschoß in drei Räume geteilt, mittleres für die Niederspannungsgeräte, außen die Transformatorenräume, welche nur vom Maschinensaal zugänglich sind und bei Brand selbsttätig geschlossen werden; drittes Stockwerk für die Hochspannungsgeräte. — Generatoren von Westinghouse Co. geliefert, acht Stück à 3000 KW bei 2300 Volt, 60 Perioden, 32 Pole. Wirkungsgrade bei:

1/1	3/4	1/2	1/1 Last
96	95,5	94	90 %

Übertemperatur bei normaler Last nicht mehr als 35°. Erregermaschine 8polig, 400 KW, 250 Volt, eine als Reserve. Wirkungsgrade bei:

125	100	75	50	25 % Last
92	92	91	88	80 %.

Vier Gruppen à 3 Transformatoren zu 2000 KW und Wasserkühlung und Ölisolation 2200/44000 resp. 550/11000 und 1100/22000 Volt. Bei 151 Wasser pro Minute Temperaturerhöhung 40°. Wirkungsgrad bei:

25	50	75	100	125 % Normallast
96,4	98	98,3	98,4	98,3 %.

Transformatorengehäuse geschlossen für 10,5 Atm. Druck mit Sicherheitsventil; fahrbahr für Reparaturen. Ölzirkulation und Kühlung. Kohlensäureanlage für Löschzwecke. — Für jeden Generator eine Schaltsäule. Schaltungsschema. Fernleitungsnetz für 11000 und 44000 Volt, Isolatoren 300 ϕ × 300 hoch mit 120000 Volt geprüft. Masten aus Holz und Eisen.

Amerikanische Dampfkraftwerke. Von Fr. Köster. (Z. d. V. D. I., 20. Juni 1908, S. 988.)* (Schluß.) Dampfmaschinen: fast nur Corlißsteuerung, selten Muschel- und Kolbenschieber, bei kleineren Maschinen Roststeuerung. Dampfverbrauch selten weniger als 5,5 kg pro PSi.St. — Dampfturbinen: Nach Erprobung in Deutschland in Amerika schnell eingeführt. Größte Ausführung 9000 KW-Curtismaschine im Fisk-Street-Kraftwerk; Versuchsergebnisse davon:

Belastung	Druck	Vakuum	Temp	Dampfverbrauch pro KW st.
KW	Atm.	%	°	kg
5374	12,37	98,1	268	5,95
10186	12,76	98,0	274	5,85
17900	13,36	97,7	275	6,15

Dieses sind die besten Werte, die in Amerika jemals erreicht worden sind. Überlastbarkeit von 50 % stets verlangt; geringe Überhitzung, selten mehr als 275°. — Kondensation: Antrieb selten unmittelbar von der Maschine aus. Bei Gegenstrom-Kondensation 0,32 bis 0,36 qm Kühlfläche pro KW. Bei Curtisturbinen Kondensator im Maschinenhaus neben den Turbinen; neuere Ausführung mit Turbine auf dem Kondensator hat den Nachteil, daß beim Versagen der Kondensatoren die Turbine abgestellt werden muß. — Pumpen: Hilfsmaschine für den Kondensationsbetrieb meist durch Dampf angetrieben. Arbeitsverbrauch für die Umlaufpumpen 1,5 %, Vakuumpumpen 0,8 %, Heißwasserpumpen 0,3 %, Speisepumpen 1,3 %, Ölpumpen 0,6 %, Erregermaschinen 0,5 % der Gesamtleistung. Umfangreiche Öireinigungsanlagen. — Generatoren: In den großen Anlagen fast nur Drehstrom mit 50 %, Überlastung und 40° Höchsttemperatur. Kleine Maschinen für 2300, große für 6600 und 11000 Volt; Periodenzahl: 25 bis 60 Perioden pro Sek. Turbogeneratoren durch Ventilatoren gelüftet. — Schalträume in mehrere Geschosse geteilt, oft in getrennten Gebäuden. Im New Waterside II-Kraftwerk der Edison Comp. in New York Schaltgalerie mit 8 Etagen für: 1.) Ventilatoren, 2.) Akkumulatoren, 3.) Erregermaschinen und Niederspannungsgeräte, 4.) Sammelschienen, 5.) Ölschalter für Haupt und Hilfsschienen, 6.) Spannungstransformatoren, 7.) Ölschalter für die herausgehenden Leitungen, 8.) Verbindungskabel zwischen dem Schaltbrett und den Motoren der Ölschalter; Nachteil: viele Kabel und große Leitungswege. Einfacher die Anlage des 60000 KW-Kraftwerkes an der 59. Straße in New York; 4 Etagen: 1.) Kabel und Akkumulatoren, 2.) Sammelschienen, 3.) Ölschalter, 4.) Schaltafeln; Vorteil: keine Hochspannungsleitung an der Schalttafel. — Schaltpläne verschiedener Kraftwerke. — Zahlentafel mit Anlagekosten: billige Ausführung Doll. 67,5 bis 72,2 pro KW, gute Ausführung Doll. 94 bis 107 pro KW bei 4000 bis 5000 KW; Doll. 120 pro KW. bei 500 bis 1000 KW-Anlagen.

Herausgegeben von Professor Dr.-Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Eugen EICHEL-Berlin, Beratender Ingenieur; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; L. C. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHORLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat Dr. STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geb. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **14. November 1908.** **Heft 32.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36-maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Der elektrische Schiffszug. Von Dr. Georg Meyer, Berlin. S. 637. — **Zeitschriftenschau.** S. 646.

Der elektrische Schiffszug.

Von Dr. **Georg Meyer**, Berlin.

Einleitung.

Der elektrische Schiffszug ist eine besondere Form des mechanischen Schiffszuges, d. h. des Schleppens von Lastschiffen mit Maschinenkraft. Er bringt daher der Kanalschiffahrt alle diejenigen anerkannten Vorteile, die der mechanische Schiffszug überhaupt in betriebstechnischer und wirtschaftlicher Hinsicht zu bringen imstande ist; er macht aber darüber hinaus für sich die besonderen Vorteile geltend, die aus der Anwendung der Elektrizität folgen.

In der Regel ist der elektrische Schiffszug an Kanäle oder kanalähnliche Wasserstraßen gebunden, da der schleppende Elektromotor sich nicht weit von der meist am Ufer der Wasserstraße aufzustellenden stromführenden Leitung entfernen kann.

Nahe verwandt mit dem elektrischen Schiffszug ist der elektrische Betrieb von selbstfahrenden Lastschiffen. Zurzeit aber spielen in der Binnenschiffahrt und besonders in der Kanalschiffahrt die Selbstfahrer eine ziemlich untergeordnete Rolle. So betrug im Jahre 1902 [1]) die Tragfähigkeit sämtlicher in der deutschen Binnenschiffahrt beschäftigter Selbstfahrer und Schleppdampfer zusammen nur etwa 3 % der Tragfähigkeit aller zur gleichen Zeit im Betrieb befindlichen Lastschiffe. Aus diesem Grunde soll in den nachstehenden Ausführungen auf die selbstfahrenden Lastschiffe nur insoweit Rücksicht genommen werden, als die Übersicht über die Entwicklung des Binnenschiffahrtsbetriebes es erfordert. Die sicherlich bedeutungsvolle Frage aber, in welchen Fällen der bisher überragende Schleppbetrieb zweckmäßig durch den Selbstfahrbetrieb ersetzt wird, fällt nicht in das Gebiet der vorliegenden Untersuchungen.

[1]) Sympher, Zeitschrift für Binnenschiffahrt, Berlin 1907, Heft 22, S. 496 u. ff

I. Die älteren Treidelsysteme.

1. Treidelei mittels animalischer Motoren.

Der Maschinenbetrieb hat in der Kanalschiffahrt die älteren primitiven Fortbewegungsmethoden noch nicht zu verdrängen vermocht. An verkehrsarmen Wasserstraßen und bei der Beförderung von Lastschiffen über kurze Strecken ist heute noch vielfach die uralte Menschentreidelei mit Hilfe von Zugleinen, Staken u. dgl. im Gange. Bei dieser einfachsten Betriebsart beträgt die Fahrgeschwindigkeit der Lastschiffe 1,5 bis 2,0 km/St. und die tägliche Wegeleistung 10 bis höchstens 15 km. Die reinen Schleppkosten — also nicht die Frachtkosten — schwanken bei der Menschentreidelei natürlich stark mit den Lohnsätzen, in der Regel betragen sie über 0,3 Pf/tkm.[1])

Nur in Ausnahmefällen kann sich die Kanalschiffahrt des Segels bedienen, das auf breiteren Wasserstraßen vielfach zur Erhöhung der Transportleistung benutzt wird.

Bei dichterem Verkehr und größeren Entfernungen hat sich bis in unsere Zeit hinein die Pferdetreidelei mit Erfolg behaupten können. Ein treidelndes Pferd vermag durchschnittlich eine effektive Leistung von etwa 0,75 PSe auszuüben[2]), seine Geschwindigkeit beträgt bis zu etwa 2,5 km/St., die tägliche Wegeleistung etwa 15 bis 25 km. Ein Kanal mit wohlorganisierter Pferdetreidelei vermag außerordentliche Verkehrsmengen zu bewältigen. So konnte beispielsweise[3]) auf dem Kanal von Saint Quentin (Frankreich) die jährliche Verkehrsleistung nicht über 2 000 000 t gesteigert werden, so lange jeder Schiffer sein eigenes Schleppmittel benutzte. Der Verkehr stieg aber bis auf etwa 6 000 000 t[4]), nachdem

[1]) Gallioi, Revue de Mécanique, Paris, Juli 1899

[2]) de Mas, Recherches expérimentales sur le matériel de la batellerie. Paris. Imp. nat.

[3]) La Rivière und Bourguin, Bericht zum VIII. intern. Schiffahrtskongreß, Paris 1900.

[4]) Teubert, Verbandsschriften des D. Ö. U. V. für Binnenschiffahrt, Berlin, Heft 36, 1906, S. 22.

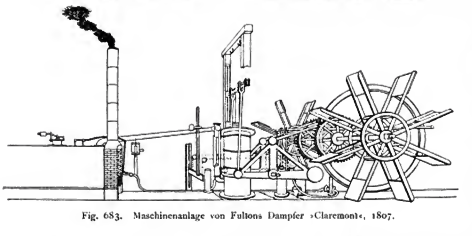


Fig. 683. Maschinenanlage von Fultons Dampfer »Claremont«, 1807.

die französische Regierung die Pferdetreidelei einem Unternehmer nach vorgeschriebenen Regeln und zu festen Tarifen, wenn auch ohne Benutzungszwang übertragen hatte. Bei derartiger geregelter Pferdetreidelei beträgt die reine Schleppgebühr etwa 0,3 bis 0,35 Pf./tkm.

2. Der mechanische Schiffszug.

Der mit wachsendem Verkehr und unter dem Wettbewerb der Eisenbahnen immer dringender werdenden Anforderung auf Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit und Vergrößerung der täglichen Wegeleistung konnte nur die Anwendung maschineller Mittel, also der mechanische Schiffszug entsprechen. Die Bestrebungen, diesen maschinellen Betrieb in die Binnenschiffahrt einzuführen, sind fast ebenso alt, wie die analogen Bestrebungen des Bergbaues. Gegen Ende des 18. Jahrhunderts wurden in England, Frankreich und Amerika verschiedene Dampfer versuchsweise in Betrieb gesetzt und es ist bekannt, daß Fulton mit seinem Dampfer »Claremont« (Fig. 683) von 1807 ab regelmäßig den Mississippi befuhr. Seit jener Zeit wird in allen Ländern unermüdlich an der Entwicklung der Schiffsdampfmaschine gearbeitet, die gerade in der jüngsten Zeit auch in der Binnenschiffahrt in steigendem Maße Anwendung findet. Im Jahre 1877 waren in der deutschen Binnenschiffahrt[1]) erst 301, im Jahre 1902 dagegen schon 1412 Güter- oder Schleppdampfer im Betrieb. In 25 Jahren ist die Zahl der Dampfer also auf nahezu das Fünffache gewachsen.

Von diesen Dampfern dient der weitaus größte Teil nur als Schleppmittel und nicht zum Tragen von Gütern. Dabei behält jedes Lastschiff seine bisherige Form, jeder Schiffer seine bisherigen Rechte und Gewohnheiten, das Schleppmittel die vielseitigste Anwendbarkeit und Ausnutzung.

Andererseits finden die selbstfahrenden Lastschiffe, die sich ohne Rücksicht auf irgend ein Schleppmittel jederzeit selbständig bewegen können, in der Kanalschiffahrt in ähnlicher Weise Verwendung, wie etwa die Motorwagen im Eisenbahnbetrieb. Doch stellen sich jenen mehr Hindernisse entgegen als diesen. Vor allem besteht die technische Schwierigkeit, die Maschinenanlage und den Brennstoff auf dem selbstfahrenden Lastschiff derart unterzubringen, daß seine durch die Kanal- und Schleusenabmessungen vorgeschriebenen Außenmaße nicht überschritten und gleichzeitig seine Ladefähigkeit möglichst wenig geschmälert wird. Auch ist es nicht ganz leicht, das Treibmittel (Schraube oder Rad) gegen die Änderung der Eintauchtiefe des Schiffes unempfindlich zu machen. Die Wirtschaftlichkeit der Selbstfahrer wird beeinträchtigt durch die beschränkte Ausnutzung des Schiffsgefässes, durch die nicht ganz leichte Wartung und Instandhaltung der Maschinenanlage und vor allem durch die erzwungene Untätigkeit der Maschine und des Maschinisten bei jedem Schleusenaufenthalt und in den Liegezeiten. Diese Nachteile treten um so mehr in Erscheinung, je kürzer die Kanalhaltungen und je geringer daher die effektive Reisegeschwindigkeit der Schiffe ist. Die Bedeutung und die Schwierigkeit der Anwendung der Selbstfahrer auf Kanälen erhellt aus dem Umstande[1]), daß der Staat New York 1871 Preise von M. 400 000 auf zweckmäßig ausgebildete Frachtdampfer für seine Kanäle aussetzte und noch im Jahre 1893 die Wettbewerbsbedingungen von keinem Dampfer ganz erfüllt waren.

Durch Anwendung der leichteren und weniger Brennstoff verbrauchenden Verbrennungsmotoren an Stelle der Dampfmaschinen sucht man seit etwa 1890 die Wirtschaftlichkeit der Selbstfahrer zu steigern. Fig. 684 zeigt den von der Gasmotorenfabrik Deutz mit einem Sauggasmotor ausgerüsteten Selbstfahrer »Haldy I«[2]), der dem Verkehr von Saarbrücken auf dem Rhein nach Holland und zurück über die belgischen und französischen Kanäle dient. Der Motor läuft ständig in derselben Richtung mit gleichbleibender Geschwindigkeit um, die Schiffsgeschwindigkeit wird durch Drehen der Flügel der Schiffsschraube geändert. Die Höhenlage der Schraube kann bei Änderung des Tiefganges leicht mittels Handrades verstellt werden. Derartige Konstruktionen sind sicher maschinentechnisch sehr beachtenswert, ob sie aber dauernd mit wirtschaftlichen Erfolg dem engbegrenzten Fahrwasser und ungeschulter Schiffsmannschaft anvertraut werden können, ist durch die Praxis wohl noch kaum erwiesen.

Um die Schiffsgeschwindigkeit in bequemer Weise unabhängig von der vorteilhaft gleichbleibenden Maschinengeschwindigkeit regeln zu können, schlug Jean Jaques Heilmann, Paris, 1893 die Einschaltung einer elektrischen Kraftübertragung zwischen Maschine und

Fig. 684. Selbstfahrer »Haldy I« mit Sauggasmotor.

Schiffsschraube vor. Die mit gleichbleibender Drehzahl von der Maschine angetriebene Dynamo liefert ihren Strom an den die Schiffsschraube antreibenden Motor. Der Strom wird in solcher Weise geregelt, daß die Geschwindigkeit der Schiffsschraube beliebig nach vorwärts und rückwärts geändert werden kann. Die primäre Treibmaschine ist ganz unabhängig von dem sekundären Schiffswellenantrieb, für beide können die günstigsten Konstruktions- und Betriebsverhältnisse gewählt werden. Ein derartiges Boot war auf dem internationalen Schiffahrtskongreß in Brüssel 1898 ausgestellt. Es ist interessant

[1]) Sympher, Zeitschrift für Binnenschiffahrt, Berlin 1907, Heft 22, S. 496 u. ff.

[1]) Galliot, Revue de Mécanique Paris, Juli 1899.

[2]) Schoti, Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1905, Berlin, S. 1733 u. ff.

zu beobachten, wie der seinerzeit viel beachtete, dann aber in Vergessenheit geratene Gedanke Heilmanns in der jüngsten Zeit von der Maschinenindustrie und der Elektrotechnik wieder mit Lebhaftigkeit aufgenommen wird.[1]) An die Stelle der schweren, langsam laufenden Schiffsdampfmaschine soll die leichte schnellaufende Dampfturbine, der sparsame Dieselmotor treten. Fig. 685 läßt das typische eines derartigen Schiffsantriebes erkennen, der vielleicht auch noch für die Kanalschiffahrt Bedeutung gewinnen wird.

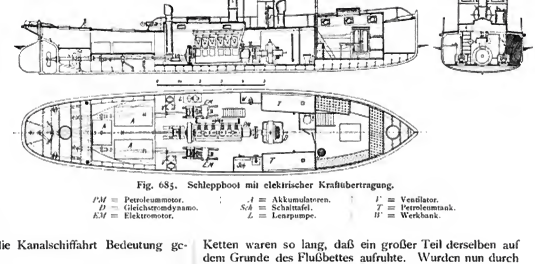


Fig. 685. Schleppboot mit elektrischer Kraftübertragung.

PM = Petroleummotor. A = Akkumulatoren. V = Ventilator.
D = Gleichstromdynamo. Sch = Schalttafel. T = Petroleumtank.
EM = Elektromotor. L = Lenzpumpe. W = Werkbank.

In der Seeschiffahrt kann eine Zugwirkung auf das Schiff, wenn von der Benutzung der Luft abgesehen wird, naturgemäß nur durch die Stützung auf das tragende Wasser zustande kommen, an dem allein das von der Schiffsmaschine angetriebene Schaufelrad, die Schraube oder allenfalls das von ihr angesaugte und zurückgestossene Wasser den erforderlichen Widerstand finden können. Das Binnenschiff kann sich auch anderer Stützmittel bedienen. In der Kanalschiffahrt ist die Stützung auf das tragende Wasser manchmal sogar nachteilig, weil das von dem Schleppmittel zurückgeworfene Wasser schädlich auf Kanalböschungen und Sohle einwirkt. Da zudem das Zurückwerfen des Wassers einen erheblichen Arbeitsverlust bedeutet, so haben schon Mitte des vorigen Jahrhunderts Versuche begonnen, die Kanalsohle als Stützmittel zu verwenden, indem auf ihr Seile oder Ketten verlegt werden, an denen sich das Schleppboot mit Hilfe seiner Maschinenanlage entlang windet. Die Versuche haben wechselnde Ergebnisse gezeitigt. Eine 1860 im Grand Canal (Irland[2]) verlegte Kette hat sich nicht bewährt. Auf dem Eriekanal (Nordamerika) wurde die 1879 auf einer 125 km langen Strecke eingerichtete Seilschiffahrt nach 10jährigem Betrieb wieder eingestellt. Dagegen wird auf mehreren Scheitelhaltungen und Tunneln von französischen Kanälen[3]), auf denen die Menschen- oder Pferdetreidelei dem herrschenden Verkehrsandrang nicht genügt, heute noch die Kettenschiffahrt erfolgreich betrieben. Die Mißerfolge sind darauf zurückzuführen, daß die unter Wasser liegenden Ketten und Seile schwer in Stand zu halten sind und die Kanalsohle leicht beschädigen. Auch das Auf- und Abnehmen der Kette und des Seiles durch das Schleppboot bereitet erhebliche Schwierigkeiten. Ferner ist die Führung des Schiffes in den Kanalkrümmungen oft schwierig. Endlich können gewöhnlich Kette und Seil nicht durch die Schleusen durchgeführt werden, so daß an jeder Schleuse ein längerer Aufenthalt durch den Wechsel des Zugorganes entsteht. Diese den Ketten und Seilen eigentümlichen Nachteile versuchte Dupuy de Lôme[4]) 1883 auf der Rhône zu beseitigen. Er versah ein Schleppboot mit zwei seitlichen Kettenrädern, über welche schwere endlose Ketten geschlungen waren. Die Ketten waren so lang, daß ein großer Teil derselben auf dem Grunde des Flußbettes aufruhte. Wurden nun durch Maschinenkraft die Räder gedreht, so leistete der am Boden ruhende Teil der wandernden Kette genügend Widerstand, um eine Zugwirkung auf das Schleppboot ausüben zu können. Über das Versuchsstadium ist diese Anordnung nie hinausgekommen. Die Kanalsohlen würden der Bewegung der Wanderketten auch wohl schwerlich Stand halten können.

In ähnlicher Weise versuchte man mit wandernden Seilen die Nachteile der festliegenden Ketten und Seile zu umgehen. Ein endloses Seil wird längs des Kanales an Rollen beweglich ausgespannt und durch Maschinenkraft in gleichbleibender Bewegung gehalten. Die Schiffe machen sich mit ihrem Zugseil an diesem Wanderseil nach Bedarf fest und von ihm los. Die 1869 in Frankreich patentierten Wanderseile von Troll und Mercier, Lyon[1]), die Wanderseilversuche von Rigoni 1882 an der belgischen Maas und von M. Levy 1889 auf dem Kanal von Saint Maurice und Saint Maur hatten ebensowenig Erfolg wie die von der preußischen Regierung 1890 am Oder-Spree-Kanal angestellten[2]), deren Anordnung Fig. 686 veranschaulicht. Zwei Lokomobilen von etwa 14 PSi Leistungsfähigkeit treiben mit etwa 3 km/St. Geschwindigkeit das rd. 9,3 km lange Wanderseil an, das bei einem Durchmesser von 19 mm ein Gewicht von 0,94 kg/m besitzt und etwa alle 60 bis 100 m in Höhe von etwa 3 m über dem Treidelpfad durch Rollen gestützt wird. In Abständen von je etwa 400 m befinden sich Schlösser am Seil, an denen die Schiffer ihre Zugleinen befestigen können. Es ergab sich, daß das Seil ständig in ganz unregelmäßiger Weise sich um seine Längsachse drehte und dadurch trotz der verschiedensten Ausbildung der Seilschlösser die zum Schiff führende Zugleine verschlungen oder auch zerrissen wurde. Dauernd hat sich das Wanderseil bisher nur auf der 2,6 km langen Tunnelstrecke des Aisne-Marne-Kanals[3]) bewährt. Dort aber beträgt die Seilgeschwindigkeit nur 1,4 km/St. und nur alle drei Stunden wird ein Zug durch den Tunnel gezogen. Dieser Inanspruchnahme kann das Wanderseil wohl genügen, nicht aber der bei dichtem Verkehr erforderlichen Fahrgeschwindigkeit von 4 bis 5 km/St. Der Umstand, daß das Wanderseil ständig unabhängig von der Verkehrsleistung große Energiemengen zur Überwindung der Eigenreibung verbraucht, ist in wirt-

[1]) Schultheß, Berichte der Schiffsbautechnischen Gesellschaft, Berlin, November 1907.

[2]) L. S. Robinson, Mechanical propulsion on canals, Proc. Inst. Mech. Eng., London 1897.

[3]) La Rivière, Bericht zum X. intern. Schiffahrtskongreß, Mailand 1905.

[4]) Galliot, Revue de Mécanique, Paris, Juli 1899.

[1]) Lévy und Pavie, Moyens mécaniques et électriques de traction des bateaux, Paris 1894.

[2]) Mohr, Zeitschrift für Bauwesen, Berlin 1891, S. 259 u. ff.

[3]) La Rivière und Bourguin, Bericht zum VII. intern. Schiffahrtskongreß, Brüssel 1908.

schaftlicher Hinsicht sicher ebenfalls nachteilig. — Den Gedanken endlich, für das mechanische Schleppmittel den Treidelpfad als Stützmittel ebenso zu benutzen wie für Mensch und Pferd, soll schon 1839 Larmanjat[1]) auf dem Kanal von Burgund und auf den Kanälen von Neufossé und Aire verwirklicht haben. Er treidelte dort mit 5 bis 8 t schweren Lokomotiven, deren vier breite Räder von etwa 1 m Durchmesser unmittelbar auf dem Treidelpfad liefen. Nur zur Führung der Lokomotive lief ein fünftes Rad auf einer einzelnen in den Treidelpfad eingebetteten Schiene. Die preußische Regierung veranstaltete 1890 im Zusammenhang mit den Wanderseilversuchen am Oder-Spree-Kanal ebenfalls Treidelversuche[2]) mit einer normalen Dampflokomotive von etwa 25 PSi, die bei einem Dienstgewicht von 6500 kg eine Zugkraft von etwa 1000 kg auszuüben vermochte. Das Gleis hatte eine Spurweite von 900 mm, sein Gewicht betrug etwa 32 kg/m. Um die Lokomotive und ihren Führer nicht zu gefährden, wurde das Zugseil an einem besonderen, in Fig. 687 dargestellten Zugwagen möglichst tief, nämlich nur etwa 800 mm über Schienenoberkante befestigt. Auch dieser Zugwagen hatte ein Gewicht von 6500 kg. Die Lokomotive vermochte 5 bis 7 beladene Finowkähne mit Geschwindigkeiten bis zu 7 km/St. zu schleppen. Selbst bei dieser hohen Fahrgeschwindigkeit konnten keine den Kanalböschungen schädliche Wellenbildungen bemerkt werden. In wirtschaftlicher Hinsicht befriedigten jedoch die Versuche weniger als in technischer, wohl wegen des hohen Dampfverbrauches der langsam fahrenden Lokomotive. Um die Wirtschaftlichkeit zu steigern, versuchte Galliot 1898 die Lokomotive mit Petroleummotoren zu betreiben. Er mußte den erstrebten Vorteil durch die schwierigere Wartung der Lokomotive erkaufen. Bis heute haben sich Treidellokomotiven mit Dampf- oder Verbrennungsmotoren keinen Eingang in die Praxis zu verschaffen vermocht.

[1]) Galliot, Revue de Mécanique. Paris. Juli 1899.
[2]) Mohr, Zeitschrift für Bauwesen, Berlin S. 1891. 259 u. ff.

II. Die Zwecke und Vorzüge des elektrischen Schiffszuges.

Der elektrische Schiffszug stimmt in seinen Betriebsmethoden ganz mit denjenigen des mechanischen Schiffszuges überein, und unterscheidet sich von ihm nur durch die charakteristischen Formen der elektrischen Kraftübertragung. Aus der Anwendung der Elektrizität sollen für den Schiffszug in erster Linie die eigentümlichen Vor-

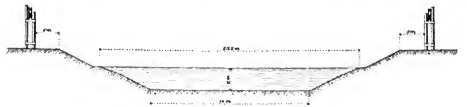


Fig. 686. Führung des Wanderseiles längs des Kanals.

teile dieser elektrischen Kraftübertragung gewonnen werden. Weiter aber verfolgt sie den Zweck, aufbauend auf den elektrischen Schleppbetrieb, das ganze Kanalgebiet mit Elektrizität zu versorgen. — Die für den Schiffszug selbst zu erwartenden Vorteile sind folgende:

Der Elektromotor ist eine sehr kompendiöse Maschine, die leicht von wenig geschulter Mannschaft gewartet und in Stand gehalten werden kann. Ferner kann der Elektromotor wegen seiner geschlossenen Form fast jede beliebige Lage im Raum annehmen; er kann auch an verhältnismäßig wenig zugänglichen Orten, eben wegen der geringen erforderlichen Wartung untergebracht werden. Infolgedessen eignet er sich gut zum Antrieb von selbstfahrenden Lastschiffen, deren Ladefähigkeit er

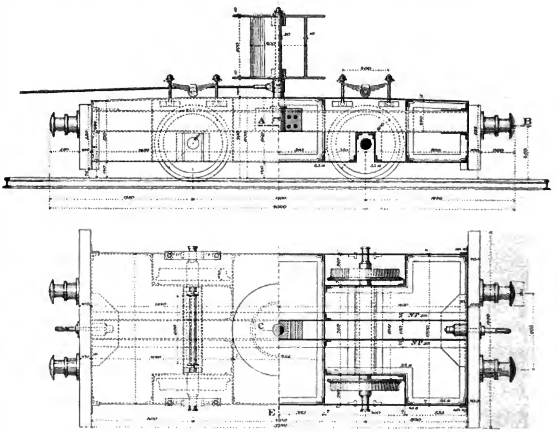


Fig. 687. Treidelversuche mit Dampflokomotiven am Oder-Spreekanal 1890, Zugwagen.

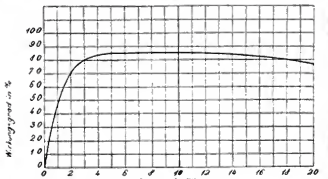


Fig. 688. Wirkungsgrad eines Treidellokomotivmotors der S. S. W.

nur wenig in Anspruch nimmt, wie insbesondere auch zum Einbau in Lokomotiven, die auf dem Treidelpfad selbst oder auf Hochbahnen über diesem verkehren. Beim Schiff sowohl wie bei den Lokomotiven zwingen ja Rücksichten auf Wirtschaftlichkeit und auf die verfügbaren Durchgangsprofile zur räumlichen Beschränkung. Dieser Vorteil des Elektromotors tritt um so mehr in Erscheinung, als das ihn tragende Fahrzeug die Energiequelle nicht mit sich zu führen braucht, denn meistens wird die Elektrizität dem Motor aus einer längs der Fahrbahn ausgespannten Leitung zugeführt. Hierdurch wird Gewicht und Raum der elektrischen Anlage des Fahrzeuges beispielsweise gegenüber einer aus Dampfmaschine, Kessel, Wasser-, und Kohlenbehälter bestehenden Anlage in sehr erwünschter Weise beschränkt.

Zu diesen konstruktiven Vorzügen des Elektromotors tritt der weitere betriebstechnische, daß er mit sehr einfachen Mitteln eine Änderung seiner Umdrehungszahl in fast beliebigen Grenzen und auch die Umsteuerung zuläßt. Dadurch wird ein äußerst bequemes Regeln der Schiffsgeschwindigkeit ermöglicht. Anderseits behält der einmal auf volle Geschwindigkeit eingestellte Elektromotor diese Geschwindigkeit fast unabhängig von der Belastung bei. Treten vorübergehend erhöhte Widerstände dem Schiff entgegen, so gibt der Elektromotor anstandslos ein vielfaches seiner normalen Leistung her, auch hierbei seine volle Geschwindigkeit nahezu beibehaltend. Dieses Verhalten macht den Elektromotor besonders für die Einrichtung eines fahrplanmäßigen Schleppbetriebes geeignet.

In wirtschaftlicher Hinsicht hat der Elektromotor die schätzenswerte Eigenschaft, daß er auch bei sehr veränderlicher Belastung, wie sie beim Treidelbetrieb die Regel bildet, den ihm eigenen verhältnismäßig hohen Wirkungsgrad fast unverändert beibehält. Dies geht z. B. aus Fig. 688 hervor, die die Wirkungsgradkurve eines von den Siemens-Schuckertwerken, Berlin, eigens für elektrische Treidellokomotiven entworfenen Gleichstrommotors zeigt. Von besonderem Wert ist, daß der stillstehende Elektromotor überhaupt keine Energie verbraucht, eine Eigenschaft, welche beispielsweise eine Dampfmaschinenanlage, die in den Betriebspausen unter Dampf gehalten werden muß, nicht besitzt. Vor allem aber ergibt sich eine erhebliche Brennstoffersparnis aus dem Umstand, daß die von den verschiedenen längs eines Kanals verkehrenden Schleppmitteln benötigte Energie beim elektrischen Betrieb einheitlich in einem oder wenigen elektrischen Kraftwerken erzeugt wird. Diese sind stets durch die Summe der Momentanleistungen sämtlicher Schleppmittel belastet. Dieser Summenwert unterliegt meist nur allmählichen und geringen Schwankungen. Zudem wird die Energie im Kraftwerk nur in einem oder wenigen großen Maschinensätzen erzeugt. Diese aber arbeiten gerade bei der gleichmäßigen Belastung erheblich wirtschaftlicher, als die kleinen stets veränderlich belasteten Maschinen der einzelnen Schleppmittel, die nur je 20 bis 30 PS Leistungsfähigkeit besitzen und schon deshalb einen ungünstigen Brennstoffverbrauch haben. Man kann annehmen, daß die wirtschaftliche Überlegenheit der zentralen Energieerzeugung schon beim gleichzeitigen Verkehr von 4 bis 5 Schleppmitteln beginnt. Schließlich wird die erwähnte einfache Handhabung der Elektromotoren in vielen Fällen eine Verminderung des Schlepppersonals und daraus Ersparnisse ermöglichen.

Die für den Schiffszug geschaffenen elektrischen Einrichtungen können leicht in solcher Weise ausgedehnt werden, daß sie zum Betrieb sämtlicher Kanalanlagen, also der Schleusen, Hebewerke, Lösch- und Ladestellen, der Speicher, Sicherheitstore, Werkstätten, Bootswerften, Pumpwerke und auch zur Kanalbeleuchtung dienen können. Durch den elektrischen Betrieb sämtlicher Kanalanlagen aber wird der Schiffahrtsbetrieb auf dem Kanal erheblich beschleunigt und verbilligt. Diese mittelbare Folge des elektrischen Schiffszuges spricht wesentlich zu seinen Gunsten.

Endlich ergibt sich aus der Verteilung der Elektrizität längs des Kanals die wirtschaftlich bedeutungsvolle Möglichkeit, die nun einmal verfügbare Elektrizität an die Kanalanlieger abzugeben. Durch die Versorgung der benachbarten Landwirtschaft und Industrie mit Elektrizität vermindern sich deren Gestehungskosten. Anderseits werden durch die erhöhte Abgabe von Energie auch die Gestehungskosten der elektrischen Anlage verringert und dadurch eine Verbilligung der Schleppgebühren ermöglicht, die wieder zur Erleichterung des Güteraustausches beiträgt. So werden die elektrischen Drähte, die mit dem Kanal in die abseits von den Verkehrszentren liegenden Landesteile eindringen und die belebende Energie dort in Häuser, Werkstätten, Gehöfte und Fabriken leiten, wertvolle Helfer an der kolonisierenden Arbeit des Kanals. Die Durchsetzung des ganzen Kanalgebietes mit Elektrizität ist das erstrebenswerte Ziel, das sich auf der Grundlage des wohlgeordneten und wirtschaftlichen elektrischen Schiffszuges aufbaut. Sehen wir zu, welche Entwicklung dieser selbst genommen hat.

III. Die Entwicklung des elektrischen Schiffszuges.

Der mechanische Schiffszug hat, wie wir sahen, alle sich bietenden Möglichkeiten benutzt, um die Maschinenkraft in vorteilhafter Weise zum Schleppen von Schiffen

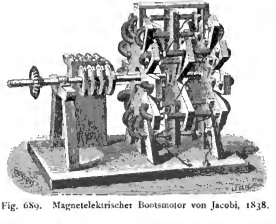


Fig. 689. Magnetelektrischer Bootsmotor von Jacobi, 1838.

auszunutzen. Man hat die Schleppmittel sich entweder auf das Wasser selbst (Schrauben- und Radschlepper) stützen lassen oder auf die Kanalsohle (Seil- und Kettenschlepper). Man hat den Treidelpfad als Stützmittel für das Schleppmittel benutzt (Treidellokomotive) und schließ-

Fig. 690. Elektrischer Bootsbetrieb mit Oberleitung nach Hunter, 1889.

lich auch den Raum über dem Treidelpfad (Wanderseil). Auch bei der Einführung des elektrischen Schiffszuges hat man sich des Wassers, der Kanalsohle, des Treidelpfades und der über dem Treidelpfad sich erstreckenden Hoehbahn bedient.

1. Schleppmittel die sich auf das Wasser stützen.

Das erste sich auf das Wasser stützende elektrische Schleppmittel stammt aus einer Zeit, in der die dynamoelektrische Maschine noch nieht erfunden war. Professor Jacoby, Petersburg[1]), rüstete 1838 ein kleines Boot von 8,4 m Länge und 2,25 m Breite auf der Newa mit der in Fig. 689 dargestellten magnetelektrischen Maschine aus. Sie wurde aus 320 Daniell-Elementen gespeist, die dem Boot eine Geschwindigkeit von 2,3 km/St. verliehen. Im folgenden Jahr erzielte Jacoby durch Einbau von 128 Grove-Elementen in das Boot eine Geschwindigkeit von 4,17 km/St. Vor Erfindung des dynamoelektrischen Prinzips wurden in verschiedenen Ländern noch mehrere elektrische Boote unter Benutzung von galvanischen Elementen versuehsweise in Betrieb gesetzt, doch hatten die Versuche mehr wissenschaftlichen Charakter. Erst nach Erfindung der Dynamomaschine durch Werner von Siemens konnte der elektrische Betrieb von Booten sich praktisch bewähren. Das erstere, von Siemens & Halske gebaute Personenboot »Electra«[2]), dessen Motor aus einer in das Boot eingebauten Akkumulatorenbatterie gespeist wurde, erregte auf der Elektrotechnisehen Ausstellung in Frankfurt a. M. 1891 großes Aufsehen.

Nahezu gleichzeitig tauchte der Vorschlag auf, auch Lastschiffe mit Hilfe der Elektrizität zu bewegen und zwar unter Entnahme der elektrischen Energie aus längs der Wasserstraße gespannten Leitungen. R. M. Hunter, Philadelphia, ließ sich 1889 ein amerikanisches Patent (Nr. 403 193) auf verschiedene Ausführungsformen des elektrisehen Bootsbetriebes erteilen, darunter die in Fig. 690 gekennzeichnete, bei der der Strom dem Motor *c* aus einer am Ufer ausgespannten Leitung *a* zugeführt und durch einen im Wasser versenkten Draht *b* wieder zurückgeleitet wird. Es ist aber nieht bekannt geworden, daß Hunters Vorschlag jemals verwirklicht worden wäre.

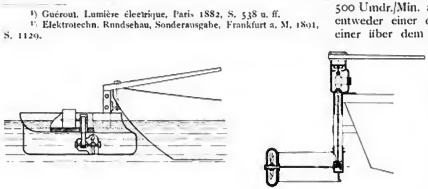
[1]) Guéroult, Lumière électrique, Paris 1882, S. 538 u. ff.

[2]) Elektrotechn. Rundschau, Sonderausgabe, Frankfurt a. M. 1891, S. 1129.

Etwas später machten fast gleichzeitig, jedoch unabhängig voneinander, O. Büsser, Oderberg, und Galliot, Paris[1]), Vorschläge zum Bewegen von Lastschiffen mit elektrisch betriebenen Propellern. Beide, in Fig. 691 dargestellten Vorschläge gehen dahin, an ein beliebiges Lastschiff ein besonderes, mit einer Schiffsschraube versehenes Ruder anzuhängen. Die Schraube wird durch einen angebauten kleinen Elektromotor angetrieben, der den Strom aus einer Oberleitung oder auch aus einer Akkumulatorenbatterie erhält. Die Verbindung der Schiffsschraube mit dem Ruder soll den Antrieb vereinfachen und gleichzeitig die Steuerung des Schiffes erleichtern; Galliot will die

Fig. 692. Elektrisches Schleppboot »Teltow« mit Stromabnehmerstangen, 1903.

Schiffsschraube auch durch senkrechte Verschiebung der Eintauchtiefe des Schiffes anpassen. Die 1893 auf der Seine und dann bei Dijon angestellten Versuche mit dem Galliot sehen Motorsteuer ergaben nur dann einen wirtschaftlichen Betrieb, wenn die Schraube genügend weit vom Heck des Lastschiffes entfernt war, um im vollen Wasser zu arbeiten; das Motorsteuer wurde dann aber, besonders bei der Einfahrt in die Schleusen, leicht beschädigt. Zur dauernden Einführung des Motorsteuers von Galliot ist es deshalb nicht gekommen, ebensowenig wie zu praktisehen Versuchen des Büssersehen Motorsteuers. Auf dem Kanal Brüssel—Charleroi führte Léon Gerard 1899 versuehsweise einige elektrische Schleppboote[2]) ein, deren Schrauben von je einem Drehstrommotor von 12 PSe mit 350 Umdr./Min. angetrieben wurden. Den Strom entnahmen die Boote einer am Ufer entlang geführten dreipoligen Leitung. Die Teltow-Kanalverwaltung[3]) unterzog 1903 das in Fig. 692 und 693 dargestellte elektrisehe Schleppboot »Teltow« der Siemens-Schuckertwerke eingehenden Versuchen. Das Boot arbeitete mit drei Schrauben, die je von einem Gleichstrommotor von 20 PS ohne Übersetzung mit 500 Umdr./Min. angetrieben wurden. Der Strom konnte entweder einer eingebauten Akkumulatorenbatterie oder einer über dem Kanal gespannten doppelpoligen Oberleitung mittels langer, am Ende mit Rollen versehenen Stromabnehmerstangen, oder endlich einer doppelpoligen, am Ufer ausgespannten Leitung mittels eines kleinen selbstfahrenden Kontaktwagens, System Lombard-Gérin, entnommen werden. Die Unterteilung der Schrauben brachte



a b

Fig. 691. Elektrisches Motorsteuerboot a) von Büsser, b) von Galliot.

[1]) Galliot, Revue de Mécanique, Paris, Juli 1899.

[2]) Desombre, L'éclairage électrique, Paris, Aug. 1900.

[3]) Block, Elektrotechn. Zeitschr., Berlin 1906, Heft 22 bis 25.

Fig. 693. Elektrisches Schleppboot »Teltow« mit Stromabnehmerwagen Lombard-Gerin. 1903.

den Erfolg, daß das zurückgeworfene Wasser die Kanalsohle kaum angriff. Der Wirkungsgrad erreichte den für Schraubenschlepper im begrenzten Wasser verhältnismäßig hohen Wert von 30%. Die Stromabnehmer für den Oberleitungsbetrieb bereiteten in der Versuchsausführung zwar noch einige Schwierigkeiten, doch ließen die Versuche erkennen, daß der Schiffszug mit elektrischen Schraubenbooten mit jeder der drei Arten der Stromabnahme bei entsprechender Ausbildung der konstruktiven Einzelheiten technisch wohl durchführbar ist. Sie wurden nicht fortgesetzt, weil gleichzeitige Versuche mit elektrischen Treidellokomotiven deren Überlegenheit für den Fall des Teltowkanals erwiesen. Das schließt aber nicht aus, daß für andere Strecken, wo Treidellokomotiven keine Anwendung finden können, die elektrischen Schraubenboote noch beachtenswerte technische und wirtschaftliche Vorteile bieten.

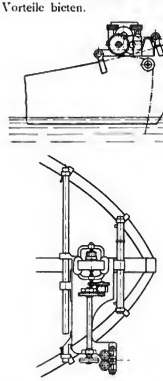


Fig. 694. Elektrischer Kettenschiffszug von Büsser. 1890.

2. Schleppmittel, die sich auf die Kanalsohle stützen.

Für die Kettenschiffahrt empfahl 1890 O. Büsser[1]), dessen Motorsteuerboot eben erläutert wurde, die Anwendung der Elektrizität. Er wollte in der in Fig. 694 dargestellten Weise einfach am Bug eines jeden Lastschiffes eine kleine elektrisch betriebene Kettenwinde einbauen, die ihren Strom aus einer längs der Fahrstraße gespannten Oberleitung entnehmen sollte. In ähnlicher Weise braehte der Franzose de Bovet[2]) — wiederum gleichzeitig mit Büsser — den elektrischen Kettenschiffszug in Vorschlag und erprobte ihn 1894 an einer 4 km langen Strecke des Kanals St. Denis unter Benutzung eines neuartigen, interessanten Maschinenteils, nämlich eines magnetischen Kettenrades, dessen Zweck und Wesen Fig. 695 erläutert. Bis dahin war es üblich, die Kette mehrfach über zwei von derselben Winde angetriebene Kettentrommeln zu schlingen, von denen die Kette nur durch Reibung mitgenommen wurde. Diese Anordnung erschwert das Auf- und Abnehmen der Kette in hohem Maße und führt in der Regel zur schnellen Abnutzung der Kette, besonders weil jeder Unterschied in den Durchmessern der Trommeln immer stärker werdende Unterschiede in der Geschwindigkeit der Kette an den Trommeln ergibt. Die Kettentrommel von Bouquié, bei der einzelne Zähne im Kranz der Scheiben je ein Kettenglied fassen und auf dieses den ganzen Zug der Winde übertragen, will diesen Nachteil vermeiden, führt aber leicht zu einer zu großen Beanspruchung des gerade gefaßten Kettengliedes. De Bovet dagegen machte seine Kettenrolle so stark magnetisch, daß die die Trommel nur etwas mehr als halb umschlingende Kette doch genügend stark an ihr haftete. Die an sich gut gelungenen Versuche von de Bovet haben ebenso wie die Vorschläge von Büsser keine dauernde Verwirklichung gefunden, vermutlich weil der Einbau der elektrischen Kettenwinde in jedes einzelne Lastschiff praktisch kaum durchführbar ist. Auch den besonderen elektrischen Kettenschleppern ist es kaum besser ergangen. Sie sind nur auf einer Tunnelstrecke des Kanals von Burgund[3]) seit 1893 in Betrieb. Es ist das nicht auf etwaige Nachteile des elektrischen Betriebes zurückzuführen, sondern auf die schon früher erörterten Schwierigkeiten, die der Kettenschiffahrt an sich anhaften. Wenn trotzdem in jüngster Zeit wieder angeregt wird, die elektrische Kettenschiffahrt da einzuführen,

[1]) Cox. Zeitschr. d. Ver. Deutsch. Ing., Berlin 1898, S. 690 u. ff.
[2]) Galliot, Revue de Mécanique, Paris, Juli 1889.
[3]) La Rivière, Bericht zum X. intern. Schiffahrtskongreß, Mailand 1905.

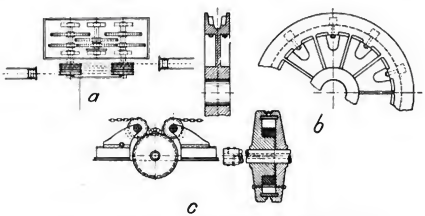


Fig. 695. Kettenräder, a — Kettenscheiben, b — Kettennuß von Bouquié, c — Elektromagnetisches Kettenrad von de Bovet.

wo Treidellokomotiven nicht gut angewendet werden können, so wird wohl zu überlegen sein, ob die sicherlich erstrebenswerte Beschränkung des Energieverbrauches bei Anwendung der Kette durch deren offenbare Nachteile erkauft werden darf.

3. Schleppmittel, die sich auf Hochbahnen stützen.

Die Benutzung des Treidelpfades selbst für den elektrischen Schiffszug ist verhältnismäßig spät ernsthaft aufgenommen worden. Älter sind die Versuche, elektrische Lokomotiven auf Hochbahnen längs des Treidelpfades zum Schleppen zu benutzen. Hier ist zunächst das in Fig. 696 gekennzeichnete System von Richard Lamb in Trenton zu erwähnen, das 1895 in der Nähe von Buffalo auf einer 6 km langen Strecke und 1898 von der Siemens & Halske A.-G. am Finowkanal[1]) Versuchen unterzogen wurde. Das Lambsche System benutzt eine möglichst leichte Lokomotive, die an einem starken, etwa 3 bis 4 m über dem Treidelpfad an Masten ausgespannten Tragseil auf Rollen hängt. Unterhalb dieses Tragseiles befindet sich ein dünneres Zugseil, das um ein von dem Motor der Lokomotive angetriebenes Windenrad geschlungen ist. An diesem Zugseil windet sich die das Schiff ziehende Lokomotive entlang. Die Versuche am Finowkanal ergaben die völlige Unzulänglichkeit des Systems für stärkere Verkehrsansprüche. Zunächst war es unmöglich, den Strom, wie geplant, der Lokomotive durch das Tragseil zuzuführen und ihn durch das dünnere Zugseil zur Erde zurückzuleiten. Da die Isolatoren, auf die zu diesem Zweck das Tragseil verlegt werden mußte, der mechanischen Beanspruchung nicht standhielten, mußte eine besondere Kontaktleitung gezogen werden. Vor allem aber traten auch bei richtig bemessenem Durchhang in dem Tragseil Zugkräfte auf, deren Komponenten in den Bahnkrümmungen die Standfestigkeit der Maste nicht gewachsen war. Auch durch den jedesmaligen Wechsel der Seilbeanspruchung beim Passieren eines Mastes wurde

Fig. 696. Treidellokomotive System Lamb, 1895.

dessen Standfestigkeit geschmälert. Weiter wurde das Zugseil durch das Aufwickeln auf das verhältnismäßig kleine Windenrad der Lokomotive stark mitgenommen. Dabei betrug bei den Versuchen die Leistungsfähigkeit der Lokomotive nur etwa 5 PS, so daß nur einzelne Schiffe mit verhältnismäßig geringer Geschwindigkeit von ihr geschleppt werden konnten. Für schwere Lastschiffe und Geschwindigkeiten von etwa 5 km/St. ist das System Lamb ungeeignet.

Das bald nachher von den Engländern Thwaite und Cawley[1]) vorgeschlagene Hochbahnsystem (Fig. 697) ist in konstruktiver Hinsicht sicher besser als das Lambsche System durchgearbeitet. Die Maste der Hochbahn erhalten einen Abstand von nur etwa 10 m. Die Laufbahn wird durch Z-Träger gebildet. Ein besonderes Zugseil ist vermieden. Die Lokomotive soll ihre Zugkraft nur durch Adhäsion ausüben. Um mit leichten Lokomotiven große Zugkraft ausüben zu können, wird das Gewicht der Lokomotive mit einer Hebelwirkung auf den Z-Träger übertragen, indem zwei der Triebräder oberhalb des Trägers, die beiden anderen unterhalb desselben mit einem möglichst kurzen Hebelarm angreifen. Durch diese Gewichtsbeschränkung der Lokomotiven wird eine solide Ausführung der Hochbahn in wirtschaftlichen Grenzen ermöglicht. Um die Schiffe in beiden Fahrrichtungen unabhängig voneinander schleppen zu können, werden zwei Laufbahnen an denselben Masten senkrecht übereinander eingerichtet. Der Strom wird den Lokomotiven durch Kontaktschienen zugeführt, die unterhalb der Z-Träger isoliert an diesen befestigt sind. Die Rückleitung des Stromes geschieht durch die Laufbahn, die mit der Erde verbunden wird. Praktische Versuche mit dem System Thwaite-Cawley sind nicht bekannt geworden. Es kann trotz seiner Überlegenheit über das Lambsche System wie dieses sich auch nur für leichte Lokomotiven, also für geringe Zugkräfte und Geschwindigkeiten eignen, da andernfalls die Hochbahn unwirtschaftlich hohe Anlagekosten verursachen würde.

Die Vorschläge von Thwaite und Cawley zeigen zum erstenmal das Bestreben, bei der Treidellokomotive die Adhäsion mit künstlichen Mitteln zu ver-

[1]) Köttgen, Zeitschrift für Binnenschiffahrt, Berlin 1900, Heft 14.

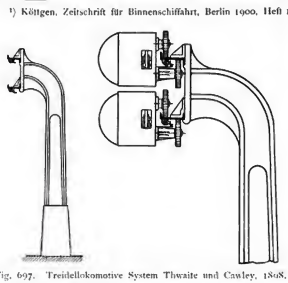


Fig. 697. Treidellokomotive System Thwaite und Cawley, 1898.

[1]) Electrical Review, London, Sept. 1898.

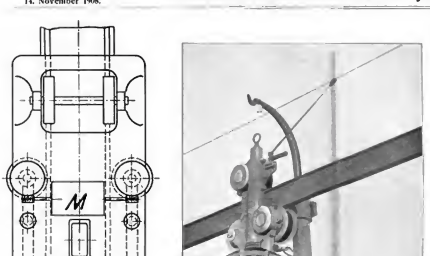


Fig 698. Treidellokomotive mit künstlicher Adhäsion System Rudolph, 1900.

größern. Dadurch soll das Gewicht der Lokomotive und infolgedessen das Gewicht ihrer Laufbahn beschränkt werden. Dieses Bestreben hat bis in unsere Zeit hinein viele Konstrukteure vollkommen beherrscht und auch zu recht beachtenswerten Vorschlägen geführt; es muß jedoch für große durchgehende Kanäle als unberechtigt bezeichnet werden. Bei langen Strecken ist es viel wirtschaftlicher, das einfache, aus zwei Vignoleschienen gebildete und auf Schwellen in den Erdboden gebettete Gleis und schwere Lokomotiven für reine Adhäsion mit einfachen Radsätzen zu verwenden, als durch die geringste Abweichung von der normalen Form des Gleises die Kosten für Anlage und Unterhaltung der Laufbahn zu erhöhen. Die Gleise und Laufbahnen nehmen bei allen Treidellokomotivsystemen den weitaus größten Anteil der Anlagekosten in Anspruch. Diese Kosten muß man durch Vereinfachung des Bahnsystems zu beschränken suchen, um so mehr, als aus der Vereinfachung desselben stets auch eine leichtere Instandhaltung folgt. Ob das Gewicht der Lokomotiven und infolgedessen auch ihr Preis etwas höher werden, macht vom wirtschaftlichen Standpunkt wenig aus, da die Lokomotiven nur einen verhältnismäßig kleinen Teil der Gesamtanlagekosten der Schiffszugeinrichtung in Anspruch nehmen. Kostet 1 kg Lokomotivgewicht viermal so viel als 1 kg Laufbahngewicht und beträgt der durchschnittliche Zugabstand 4 km — eine Entfernung, die bei geregeltem Betrieb an modernen Kanälen schon einem sehr dichten Verkehr entspricht — so darf für jedes kg/m Gewichtsersparnis an der Laufbahn das Lokomotivgewicht um 1000 kg zunehmen. Die leichteste Lokomotive mit künstlicher Adhäsion wiegt aber äußerstenfalls nur 7000 kg weniger als die gleich leistungsfähige Lokomotive mit einfacher Adhäsion. Deshalb dürfte bei gleichen Gesamtkosten beider Systeme das Laufbahngewicht dasjenige des normalen Gleises nur um 7 kg/m übersteigen; daß das aber bei gleicher spezifischer Beanspruchung der Bahnen in beiden Fällen nicht zu erreichen ist, bedarf keines Beweises. Danach sind Lokomotiven mit künstlicher Adhäsion nur in jenen einzelnen Fällen berechtigt, in denen besondere Umstände die Durchführung eines normalen Schienengleises hindern, z. B. bei zu schmalen Treidelpfaden und in Tunnels oder dort, wo die Ufer für den Lösch- und Ladeverkehr mittels Hochbahnen freigehalten werden sollen.

Mit Rücksicht auf diese nicht seltenen Fälle verdienen noch weitere Systeme von Adhäsionslokomotiven Erwähnung. Das älteste ist dasjenige von A. Rudolph, der 1898 seine durch Fig. 698 gekennzeichneten Ideen zum Patent anmeldete und 1900 durch das Eisenwerk vorm. Nagel & Kaemp, A.-G. in Hamburg, auf einer kleinen Versuchsstrecke erproben ließ.[1]) Rudolph wollte die von dem Schleppzug benötigte Zugkraft selbst zur Erhöhung der Adhäsion der Lokomotive ausnutzen, indem er Druckrollen durch geeignete Hebel von dem Zugseil um so stärker an die Bahn anpressen ließ, je stärker die vom Seil ausgeübte Zugkraft war. Im Leerlauf belastet seine Lokomotive ihre Laufbahn nur durch ihr Eigengewicht. Rudolphs Plan war ganz allgemein auf die Verstärkung der Adhäsion von Treidellokomotiven proportional zu der ausgeübten Zugkraft gerichtet. Es gelang ihm indes nicht, seine Ideen in die Praxis einzuführen.

Einige Zeit nach dem Rudolphschen Versuche, in den Jahren 1903 und 1904, wurden am Eriekanal[2]) Ver-

[1]) Rudolph, Bericht zum VIII. int. Schiffahrtskongreß, Paris 1900.
[2]) Electrical World and Engineer, New York 1903, S 795 u. ff.

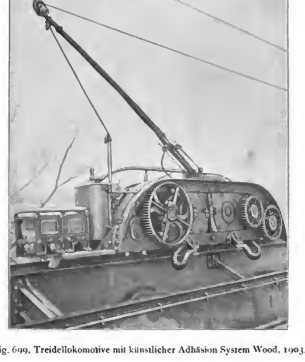


Fig. 699. Treidellokomotive mit künstlicher Adhäsion System Wood, 1903.

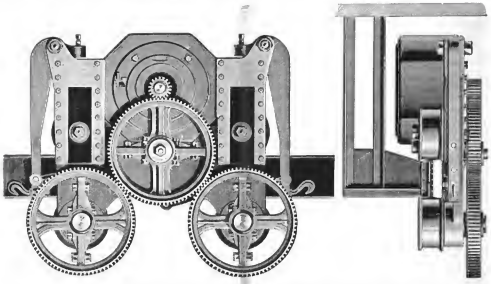
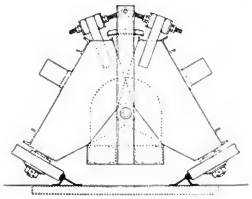


Fig. 700. Treidellokomotive mit künstlicher Adhäsion System Clarke-Gerard. 1905.



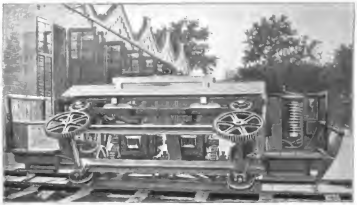


Fig. 701. Treidellokomotive System Vehring. 1901.

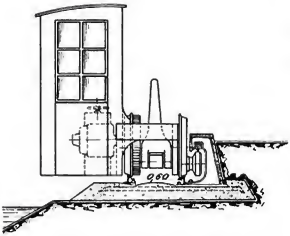


Fig. 702. Treidellokomotive System Feldmann. 1901.

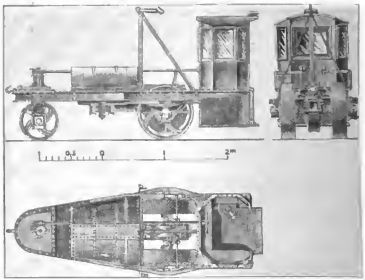


Fig. 703. Elektrisches Pferd System Galliot. 1898.

Fig. 704. Elektrisches Treidelautomobil System Gerard, 1899.

suche mit einer ähnlichen Art von Lokomotiven von Wood angestellt. Seine in Fig. 699 dargestellte Lokomotive läuft mit zwei Rädern auf einem etwa 1 m über dem Treidelpfad liegenden, in Abständen von je 7,5 m unterstützten Träger. Zwei unterhalb des Trägers angreifende Laufrollen werden unter Zwischenschaltung von Federn durch das Zugseil um so stärker gegen die Laufbahn gepreßt, je größer die ausgeübte Zugkraft ist. An die Stelle der Rudolphschen Hebel sind die Federn der Woodsehen Konstruktion getreten. Diese Konstruktion wurde, als 1905 die American Adhesion Traction Co. die Fortsetzung der Woodschen Arbeiten übernahm, von dem Amerikaner John Clarke und dem Belgier Léon Gerard durch eine eigenartige, aus Fig. 700 ersichtliche Anordnung von Hebeln vervollkommnet, die ermöglicht, das Zugseil in bequemer Weise bei beiden Fahrtrichtungen der Lokomotive an dieser zu befestigen. Mit dieser neuen Clarke-Gerardschen Lokomotive wurden 1905 am Erickanal bei Sehenectady Versuche angestellt, bei denen mit der 3 t wiegenden Lokomotive Zugkräfte bis zu 3000 kg und Gesehwindigkeiten bis zu 7 km/St. erreicht wurden. Über die bei diesen Versuehen erzielten Wirkungsgrade der Lokomotive sind Zweifel aufgetaucht[1]), die neuerdings durch eingehende Versuche, die Stillwell und Puttnam[2]) 1907 am Lehigh Kanal (Pennsylvanien) anstellten, zu Ungunsten der Clarke-Gerardschen Lokomotive behoben sind. Während bei den ersten Versuehen Gesamtwirkungsgrade bis zu 86,5% erzielt sein sollen, stellte Stillwell den meehanisehen Wirkungsgrad allein zu nur höchstens 77,5%, den Gesamtwirkungsgrad also — bei Annahme eines Motorwirkungsgrades von 85% — zu nur 66% fest. Die Laufbahn der Clarke-Gerardsehen Lokomotive kann in beliebiger Höhe über dem Treidelpfad angebracht werden. Sie könnte auch auf die Böschung des Treidelpfades verlegt werden, wenn nicht dadurch das Überführen des Zugseiles über am Ufer liegende Kähne ausgeschlossen würde. In der Regel wird man daher wohl die Laufbahn etwa 1 m über den Treidelpfad legen müssen, wodurch natürlich der Verkehr quer zum Kanal stark beeinträchtigt wird. Auch dann noch wird es schwierig sein, dem Zugseil sieh entgegenstellende Hindernisse zu überwinden, wenn das System nicht Einriehtungen erhält, um in solehen Fällen das Zugseil höher zu führen. Gesehieht das aber, so werden durch den hohen Angriffspunkt des Zugseiles die Laufbahnträger in soleher Weise beansprucht, daß eine erhebliche Gewiehtsvermehrung der Träger notwendig und die Anlagekosten unzulässig gesteigert werden. Aus all diesen Gründen haben die Lokomotiven von Wood, Clarke und Gerard ebenso wie alle anderen mit künstlieher Adhäsion arbeitenden nur in den sehon erwähnten Fällen eine Berechtigung, in denen die einfaehe Adhäsionslokomotive keine Anwendung finden kann.

[1]) Köttgen, Elektrotechnische Zeitschrift, Berlin, 9. Aug. 1906 und Gerard, Bull. Soc. Belg. d'Electr., Brüssel 1906, Heft 23.

[2]) Stillwell und Putnam, Proc. Am. Inst. El. Eng., New York, März 1908.

Einige Konstrukteure haben versuelit, die Vorteile der künstlichen Adhäsion beizubehalten und doeh die oben erläuterten Naehteile der Hoehbahnen zu umgehen, indem sie die eigenartig ausgebildeten Laufbahnen unmittelbar auf den Treidelpfad verlegten. Aus diesem Bestreben ist die in Fig. 701 dargestellte Lokomotive von Vehring[1]) und die in Fig. 702 dargestellte Lokomotive von Feldmann[2]) entstanden. Ersterer wollte durch Sehrägstellung des Triebwerks eine Keilwirkung auf die Sehienen ausüben und dadurch die Adhäsion vergrößern; eine 1899 hergestellte Versuchsausführung erwies jedoeh eine zu große Eigenreibung des ungünstig beanspruchten Triebwerkes. Feldmann sehlug 1901 vor, eine dritte Schiene als Stromzuführung und gleichzeitig als Gegensehiene zur Aufnahme des zusätzlichen Druckes zu benutzen, den das Zugseil durch Hebelwirkung auf die stromführende Gegenrolle ausübt. Auch sein System fand keine Einführung in die Praxis. Es leidet eben in derselben Weise wie das Vehringsehe an dem erörterten prinzipiellen Fehler, daß es die Gleisanlage zur Erzielung eines geringen Lokomotivgewichtes kompliziert.

[1]) Zeitschrift für Binnenschiffahrt, Berlin 1901, Heft 11.

[2]) Feldmann, Zentralbl. d. Bauverwaltung, Berlin, Okt. 1901.

4. Schleppmittel, die sich auf den Treidelpfad stützen.

Es ist nicht zu verwundern, daß zu Beginn der Entwicklung des elektrischen Schiffszuges einige Konstrukteure just in den entgegengesetzten Fehler verfielen, weil sie der Beschränkung der Anlagekosten eine zu weitgehende Bedeutung beilegten. Sie glaubten jede besondere Laufbahn für die Treidellokomotiven ersparen zu müssen und

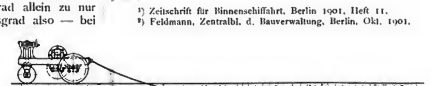


Fig. 705. Elektrischer Treidelzug mit Akkumulatorenbetrieb nach Wollheim, 1893.

ließen diese mit breiten Rädern unmittelbar auf dem Treidelpfad laufen. Der früher häufiger erwähnte Galliott[1]) entwarf 1898 ein gleisloses, in Fig. 703 dargestelltes elektrisches Dreirad, das »elektrische Pferd« genannt, das von der Firma Denéfle & Co. noch im gleichen Jahr an einer 26 km langen Strecke des Aire-Deûle-Kanals in Betrieb gesetzt wurde. Wenn es bei diesem Betrieb auch als nachteilig empfunden wurde, daß die Führung des Dreirades auf dem Treidelpfad die Aufmerksamkeit des Führers reichlich in Anspruch nahm, so gelang es dem nur 2480 kg schweren Automobil doch anstandslos, jeweils ein bis zwei Schiffe mit etwa 3 km/St. und drei Schiffe mit je 290 t Nutzlast mit etwa 2 km/Std. Geschwindigkeit zu schleppen. Es zeigte sich aber bald, daß der Treidelpfad durch die Triebräder des Dreirades zu sehr angegriffen wurde. Die jährlichen Ausgaben für die Instandhaltung des Treidelpfades beliefen sich auf rd. 700 M./km, die Instandhaltung jedes Dreirades kostete rd. M. 400 jährlich, seine Lebensdauer betrug nur etwa zehn Jahre. Dementsprechend hatten die Dreiräder zwischen Stromaufnahme und nutzbar ausgeübter Schleppleistung einen Gesamtwirkungsgrad von durchschnittlich nur etwa 40%. Leon Gerard[2]), der die Idee von Galliot aufgriff und 1899 ebenfalls ein gleisloses, aber vierrädriges elektrisches Automobil für die Treidelei auf dem Kanal Charleroi—Brüssel anwandte, machte dieselben schlechten Erfahrungen wie Galliot-Denéfle. Fig. 704 zeigt sein Automobil mit den durch die Reaktion des Treidelpfades abgenutzten Triebrädern. Übrigens muß der Vollständigkeit halber hier erwähnt werden, daß schon 1893 Wollheim[3]) vorgeschlagen hatte, in das zu schleppende Schiff in der

[1]) Volkmann, Zentralbl. d. Bauverwaltung. Berlin 1901, S. 231 u. ff.
[2]) Gerard, Bericht zum IX. intern. Schiffahrtskongreß, Düsseldorf 1902.
[3]) Büsser, Zeitschrift für Binnenschiffahrt, Berlin 1896, Heft 9, S. 207.

Fig. 707. Treidellokomotive System Köttgen, 1900.

Fig. 706. Treidellokomotive System Köttgen, 1898.

aus Fig. 705 ersichtlichen Weise eine Akkumulatorenbatterie einzubauen, die ein auf dem Treidelpfad laufendes elektrisches Automobil durch das Zugseil hindurch mit Strom versehen sollte.

Den von unserem heutigen Standpunkt anscheinend so naheliegenden Gedanken, für die elektrischen Treidellokomotiven das einfache Gleis aus zwei Vignolesschienen zu verwenden, das auf eisernen oder hölzernen Schwellen in den Treidelpfad gebettet wird, griff erst 1898 Karl Köttgen auf. Seine Anregungen werden von der Siemens & Halske-A.-G. und von den aus ihr entstandenen Siemens-Schuckertwerken, Berlin, seit Jahren mit Eifer verfolgt. Auch dürfte es nicht zum wenigsten Köttgens rastlosen Bestrebungen zu verdanken sein, daß in Deutschland das Interesse aller beteiligten Kreise an der Frage des elektrischen Schiffszuges ein so lebhaftes geworden ist. Köttgen wollte für die Treidelei nach Möglichkeit die im Eisenbahnbetrieb erprobten Konstruktionen verwenden, die er nur den besonderen Betriebsbedingungen der Treidelei entsprechend umzugestalten vorschlug. Er entwarf daher 1898 eine möglichst leichtgehaltene elektrische Lokomotive die nur durch einfache Adhäsion ihre Zugkraft ausüben, aber nicht unmittelbar auf dem Treidelpfad, sondern auf einem in diesen gebetteten Gleis laufen sollte. Dadurch wollte er die vorauszusehende Abnutzung des Treidelpfades und der Treidellokomotive vermeiden und dem Maschinisten die Führung der Lokomotive erleichtern. Das Gleis sollte jedoch zur Beschränkung der Anlagekosten aus einer vom Wasser abgewandten schweren Hauptschiene und einer dem Wasser zugewandten leichten Nebenschiene gebildet werden. Die Hauptschiene war bestimmt, den größten Teil des Gewichtes der Lokomotive und die von deren Triebrädern ausgeübte Zugkraft aufzunehmen. Nur in denjenigen Fällen, in denen der Zu-

Fig. 708. Treidellokomotive Siemens Schuckertwerke für die Versuche am Teltowkanal, 1903.

stand des Treidelpfades es gestattete, sollte die Nebenschiene ganz in Fortfall kommen und der Rest des Lokomotivgewichtes durch breite Laufräder unmittelbar auf den Treidelpfad übertragen werden. Der Unterschied zwischen Hauptschiene und Nebenschiene des Gleises ließ Köttgen später aber ganz fallen, weil ein aus zwei gleichstarken Vignoleschienen gebildetes Gleis sich für alle beliebigen Transportzwecke bequem verwenden läßt und, eben weil es vollkommen normal ist, auch den Einbau normaler Zungenweichen gestattet. Die Verlegung des Hauptgewichtes der Lokomotive auf die Landseite aber ist bei allen Ausführungen der Siemens-Schuckertwerke zur Erhöhung der Standfestigkeit der Lokomotiven mit Erfolg beibehalten worden. Die schwerer belastete Schiene wird dann nach eingetretener Abnutzung gegen die bis dahin leichter belastete ausgewechselt. Mit der in Fig. 706 dargestellten Köttgenschen Lokomotive wurden 1899 im Auftrage der preußischen Regierung von der Siemens & Halske A.-G. am Finowkanal[1]) mit gutem Erfolge Versuche angestellt. Da anfänglich noch Zweifel bestanden, ob tatsächlich durch einfache Adhäsion eine für das Treideln ausreichende Zugkraft erreicht werden könnte, so wurden ein Teil der Versuchsstrecke zunächst mit einer Zahnstange längs der Hauptschiene und dementsprechend die Triebräder der Lokomotive mit einem Zahnkranz versehen. Die Zahnstange konnte aber schon nach den ersten Versuchen entfernt werden. Die Laufräder der Wasserseite liefen bei einem Teil der Versuchsstrecke auf einer Nebenschiene, bei dem anderen Teil unmittelbar auf dem Treidelpfad. Die Lokomotive war in der Längsrichtung symmetrisch gebaut, um den sog. Pendelbetrieb zu ermöglichen, bei dem die Schleppmittel nur auf einem Ufer verkehren und beim Begegnen zweier Schleppzüge die Seile austauschen, dann wieder umkehren, bis sie wieder einem Schleppzug begegnen und so fort. Das Zugseil griff etwa t m über SO. an. Zum Antrieb diente ein Gleichstrommotor von 12 PS. Die nur 2000 kg schwere Lokomotive konnte bei trockenen Schienen Zugkräfte bis zu 600 kg, bei feuchten Schienen von mindestens 300 kg ausüben. Auch alle späteren Versuche ergaben, daß man mit den auf Schienen laufenden elektrischen Treidellokomotiven mit einem Traktionskoeffizienten von $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{15}$ mit voller Sicherheit für alle Witterungsverhältnisse rechnen kann. Der Wirkungsgrad der Lokomotive betrug etwa 60%. Ermutigt durch diesen Erfolg stellte die Siemens & Halske A.-G. auf der Weltausstellung in Paris 1900 eine aus Fig. 707 erkenntliche neue Lokomotive Köttgenscher Bauart aus, die mit einigen wesentlichen Verbesserungen gegenüber der ersten Type versehen war. Zunächst erhielt die Lokomotive den zu jener Zeit im Straßenbahnbetrieb üblich gewordenen getrennten Antrieb der beiden Achsen durch je einen 9 PS leistenden Gleichstrommotor. Ihr Gesamtgewicht von 2500 kg wird so für die Adhäsion voll ausgenutzt. Da es sich ferner als wünschenswert ergeben hatte, das Zugseil gelegentlich an der Lokomotive hochnehmen zu können, wenn Hindernisse sich dem Seil entgegenstellten, so wurde das Seil durch einen Rotationstrichter geführt, der an einem Mast von etwa 2 m Höhe vom Führer mittels eines Handhebels ohne Fahrtunterbrechung auf- und abgeschoben werden konnte. Schließlich erhielt der Führer auch noch eine Wickeltrommel, auf die er mittels Handrades das Zugseil aufwickeln konnte, um je nach Bedarf den Abstand zwischen Lokomotive und Schiff während der Fahrt verändern zu können. Diese Lokomotive war zur Einführung auf dem Kanal von St. Denis bestimmt, infolge geschäftlicher Umstände kam sie jedoch nicht in Betrieb.

In dem im Januar 1902 von der Teltowkanal-Bauverwaltung in Berlin-Wilmersdorf ausgeschriebenen Wettbewerb von Entwürfen für die Einführung des elektrischen Schiffszuges am Teltowkanal, erhielt die Siemens & Halske A.-G. den ersten Preis auf die von ihr im wesentlichen in der Pariser Bauart vorgeschlagenen Lokomotive System Köttgen, deren Einführung bald darauf prinzipiell beschlossen wurde. Unter Mitwirkung der Herren Havestadt, Sievers und Block von der Teltowkanal-Bauverwaltung bildeten die Siemens-Schuckertwerke die Köttgensche Lokomotive für die besonderen Verhältnisse des Teltowkanals um und so entstand das jetzige, für den Teltowkanal ausgeführte Lokomotivsystem. Der Teltowkanal, der die dichtbevölkerten südlichen Vororte von Berlin durchzieht, macht es notwendig, daß fast an jeder beliebigen Stelle des Kanals das Lösch- und Ladegeschäft vollzogen werden kann. Er ist fast ebenso sehr Hafen als Kanal. Infolgedessen mußte ganz besondere Sorgfalt auf diejenigen Einrichtungen verwandt werden,

Fig. 709. Treidellokomotive 1905 06 für den Betrieb am Teltowkanal.

[1]) Klingenberg, Elektrotechn. Zeitschr., Berlin 1899, Heft 31.

welche das Durchführen des Schleppzuges ohne Behinderung des Lösch- und Ladeverkehrs gestatten. Es wurde daher gefordert, daß das Seil an der Lokomotive vom Führerstand aus mindestens 3,5 m über S. O. gehoben werden könnte. Da ein fester senkrechter Mast von solcher Höhe die Durchfahrt der Lokomotiven unter den Brücken verhindert hätte, so kam ein aufrichtbarer Treidelmast zur Anwendung, der nun aber nicht mehr von Hand betätigt werden konnte, sondern durch einen kleinen vom Führerstand aus zu regelnden Hilfsmotor angetrieben wurde. Ebenso erhielt die Seilwickelvorrichtung zur Veränderung des Abstandes zwischen Lokomotive und Schleppzug elektrischen Antrieb durch einen zweiten Hilfsmotor. Diese beiden Vorrichtungen haben sich bei den späteren Versuchen als besonders brauchbar erwiesen. Weiter aber erforderte die gelegentliche hohe Lage des Zugseiles besondere Maßnahmen

Fig. 710. Treidellokomotive am Teltowkanal, 1905/06.

tung. Da nun der auf dem Teltowkanal zu erwartende große Verkehr von vornherein dazu zwang, auf beiden Ufern des Kanals Gleise anzulegen, und jede Lokomotive im regelmäßigen Turnus die Schleppzüge auf dem einen Kanalufer in der einen Richtung und auf dem anderen Ufer in der entgegengesetzten Richtung schleppen sollte, so konnte man von der bisherigen, in bezug auf Fahrtrichtung symmetrischen Bauart zur unsymmetrischen Ge-

Fig. 711. Ansicht des Kraftwerkes für die Energieverteilung und den Treidelbetrieb am Teltowkanal.

zur Sicherung der Standfestigkeit der Lokomotive. Mit der Verlegung des Hauptgewichtes der Lokomotive auf die Landschiene allein war es nicht getan. Die geforderte Zugkraft von 1000 kg am Hebelarm von 3,5 m Länge über SO. angreifend, forderte auch eine Sicherung der Standfestigkeit der Lokomotive in ihrer Längsrich-

Fig. 712. Bugwelle eines vom Ufer aus geschleppten Lastschiffes.

wichtsverteilung übergehen. So entstand die in Fig. 708 dargestellte Lokomotive, die im Jahre 1903 eingehenden Versuchen an einer 1,3 km langen Strecke des Teltowkanals unterzogen wurde.[1]) Das Ergebnis dieser Versuche war, daß die Teltowkanal-Bauverwaltung endgültig die Einführung des Lokomotivsystems der Siemens-Schuckertwerke beschloß. In den Jahren 1905 und 1906 wurden die gesamten elektrischen Anlagen des Teltowkanals hergestellt, der elektrische Schiffszug ist seit Anfang 1907 auf dem ganzen Kanal durchgeführt. Die Fig. 709 bis 711 zeigen verschiedene Bilder von der fertiggestellten Anlage.[2]) Der Güterverkehr ist noch ziemlich schwach und beträgt zurzeit selten mehr als 70000 t monatlich; er hat aber mit dem aus meist ungelernten Arbeitern bestehenden Führerpersonal ohne jede Störung anstandslos bewältigt werden können. Die wichtigste Frage, ob es tatsächlich genügt, den Lokomotiven nur einen einzigen Bedienungsmann zu geben, ist durch den Betrieb am Teltowkanal bejahend beantwortet. Die Schiffer

[1]) Block, Glasers Annalen, Berlin 1904, S. 104 u. ff.
[2]) Block, Elektrotechnische Zeitschr., Berlin 1906, Heft 22—25.

Fig. 713. Heckwelle eines kleinen Motorbootes.

wurden mit der neuen Betriebsweise schnell vertraut. Weiter hat sich auch gezeigt, daß es bequem möglich ist, das Schleppseil über am Ufer liegende, auch unbeladene Kähne hinwegzuführen, ohne daß der Führer die Fahrt zu unterbrechen oder auch nur die Geschwindigkeit zu vermindern hätte. Ferner sind die guten Ergebnisse in bezug auf die Wellenbildung der Lastschiffe beachtenswert. Bei allen Fahrgeschwindigkeiten, auch bei einer versuchsweisen Steigerung derselben bis auf fast 7 km/St. war von einer irgendwie schädlichen, durch die geschleppten Schiffe hervorgerufenen Wasserbewegung nichts zu merken. Fig. 712 läßt die Bugwelle beim Treideln vom Ufer aus erkennen — hinter dem Schleppzug ist eine Wasserbewegung kaum noch photographisch wiederzugeben — und Fig. 713 im Gegensatz dazu die Bewegung des Wassers, die hinter einem kleinen Motorboot bei etwa 7 km/St. Fahrgeschwindigkeit infolge des Zurückstoßens des Wassers durch die Schiffsschraube eintritt. Die Schonung der Kanalsohle und Böschungen ist ein besonderer Vorteil des Schiffszuges vom Ufer aus. Ein anderer mit diesem Betrieb verbundener Vorteil ist die fast unerwartet gute Steuerfähigkeit der Schiffe. Durch die schräge Richtung des Zugseiles wird eine zum Lande hin drängende Kraft auf das Schiff ausgeübt. Dieser Kraft muß der Schiffer durch ziemlich weites Auslegen des Ruders zum Lande hin begegnen, das allerdings den Schiffswiderstand etwas vergrößert, dafür aber das Schiff ständig unter der Einwirkung des Ruders hält. Anders beim Schleppbootbetrieb. Bei diesem wird das Ruder immer erst dann ausgelegt, wenn das Schiff aus seiner Fahrt abweicht. Nun vergeht eine gewisse Zeit, bis das Schiff dem Ruder gehorcht. Infolgedessen wird in der Regel das Ruder zu weit ausgelegt, das Schiff weicht nach der anderen Seite ab und pendelt so gewöhnlich etwas um die Fahrrichtung hin und her. Beim Schiffszug vom Ufer wird die Aufmerksamkeit des Steuermannes viel weniger in Anspruch genommen. Havarien sind seltener als beim Schleppbootbetrieb. Endlich ergab der Betrieb am Teltowkanal, daß die Fahrgeschwindigkeit der Schleppzüge beim Begegnen nicht verringert zu werden brauchte. Wenn schleppende Boote einander begegnen, so müssen sie rechtzeitig ihre Geschwindigkeit vermindern, da sonst in dem von den beiden Propellern stark bewegten Wasser die Steuerung beider Schleppzüge nicht mehr durchführbar ist.[1]) Für den Dortmund-Ems-Kanal ist die Verringerung der Fahrgeschwindigkeit beim Begegnen zweier Schleppzüge schiffahrtspolizeilich vorgeschrieben. Beim Schiffszug vom Ufer aus fällt die Wellenbewegung fort und die Schleppzüge konnten am Teltowkanal mit der vollen Fahrtgeschwindigkeit von etwa 4,5 km/St. ohne jede Gefährdung aneinander vorbeifahren. Bei eigens zu diesem Zweck angestellten Versuchen konnte die Geschwindigkeit beider Schleppzüge beim Begegnen ohne Schwierigkeit sogar auf über 5 km/St. gesteigert werden. Hierin liegt insofern eine wohl zu beachtende Überlegenheit der Treidelei vom Ufer aus über den Schleppbootsbetrieb, als der einmal in Fahrt befindliche Schleppzug seine Geschwindigkeit dauernd unverändert beibehalten kann. Dagegen verliert das von Schleppbooten gezogene Schiff, das bei jeder Begegnung seine Geschwindigkeit verringern muß, um so mehr an effektiver Reisegeschwindigkeit, je größer der Verkehr auf dem Kanal ist. Beispielsweise sinkt bei einem halbstündigen Zugabstand, der freilich einem sehr dichten Verkehr entsprechen würde, die effektive Reisegeschwindigkeit von 4,5 auf 3,97 km/St., wenn bei jeder Begegnung die Fahrgeschwindigkeit der Schleppzüge von 4,5 auf 2,5 km/St. vermindert werden muß. Umgekehrt folgt in diesem Falle allein aus dem Treideln vom Ufer aus eine Erhöhung der effektiven Verkehrsleistung um etwa 11 %.

In wirtschaftlicher Hinsicht lassen sich die Ergebnisse der Anlagen des Teltowkanals noch nicht überblicken. Die für etwa 2 000 000 t Jahresverkehr berechnete Anlage ist jetzt noch nicht genügend ausgenutzt. Vermutlich werden übrigens die spezifischen Anlage- und Betriebskosten des elektrischen Schiffszuges am Teltowkanal infolge der unmittelbaren Nähe der Großstadt Berlin höher sein, als sie auf dem vorwiegend ländliche Distrikte durchschneidenden Kanälen sein können. Die Lokomotiven aber des Teltowkanals haben sich in wirtschaftlicher Hinsicht durchaus bewährt. Es sind bei ihnen[1]) im praktischen Betrieb Wirkungsgrade von durchschnittlich 76 % festgestellt worden, eine Zahl, die höchstens um einige wenige Prozente noch wird gesteigert werden können. Denn die Energieverluste im

[1]) Block, Glasers Annalen, Berlin 1906, S. 212 u. ff.

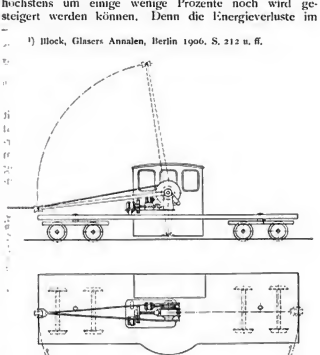


Fig. 714. Treidellokomotive System Siemens-Schnckert in symmetrischer Bauart.

[1]) Sympher. Die wirtschaftliche Bedeutung des Rhein—Elbe—Kanals, Berlin 1899, Anlage 15.

Motor unter 10% und diejenigen in dem Triebwerk der Lokomotive ebenfalls unter 10% zu bringen, wird schwerlich gelingen.

Am Teltowkanal konnten, wie erwähnt, die Lokomotiven in bezug auf die Fahrrichtung unsymmetrisch gebaut werden, weil sie stets in derselben Fahrrichtung von einem zum andern Kanalufer im Kreislauf verkehren. Auch brauchten sie nur ein einziges angetriebenes Drehgestell zu erhalten, weil bei einer Nutzbelastung von 1200 t eine Geschwindigkeit von nur 4 km/St. vorgeschrieben war. Neuere Berechnungen haben jedoch ergeben, daß die wirtschaftlichste Geschwindigkeit unter Berücksichtigung nicht nur der Schleppgebühren, sondern auch der gesamten Frachtgebühren höher, nämlich bei 5 km/St. liegt. Bei dieser Geschwindigkeit aber benötigt die Lokomotive annähernd die doppelte Leistung, da bekanntlich der Schiffswiderstand im begrenzten Kanalwasser, mit annähernd der zweiten, die Leistung also mit der dritten Potenz der Fahrgeschwindigkeit zunimmt. Um diese doppelte Leistung zu erreichen und gleichzeitig auch die Lokomotive zu befähigen, sofort von der Lastfahrt in der einen Richtung zur Lastfahrt in der anderen Richtung überzugehen, haben die Siemens-Schuckertwerke ihre Lokomotiven neuerdings in der durch Fig. 714 gekennzeichneten symmetrischen Bauart ausgebildet. Die Lokomotive erhält zwei gleich starke Drehgestelle oder auch zwei gleiche, festgelagerte Triebachsen, die zusammen die doppelte Zugleistung der Teltowkanaltype abgeben können. Die Vorrichtung zum Erhöhen und Aufwickeln des Seiles wird derart auf dem Schleppmittel angeordnet, daß das Seil nahezu den ganzen nach dem Wasser zu gelegenen Winkelraum von 180° bestreichen kann. Die bewährte Mehrbelastung der landwärts gelegenen Schiene wird zur Erhöhung der Standfestigkeit der Lokomotive beibehalten. Eine derartige Lokomotive kann auch auf Kanälen mit Gleis auf nur einer Uferseite bequem zu dem schon erörterten Pendelbetrieb verwendet werden. Zudem wird sie dadurch, daß sie sofort von der Vorwärtsfahrt zur Rückwärtsfahrt übergehen kann, sich beim Steuern der Schiffe an Kanalkrümmungen, Wendehäfen usw. als besonders nützlich erweisen.

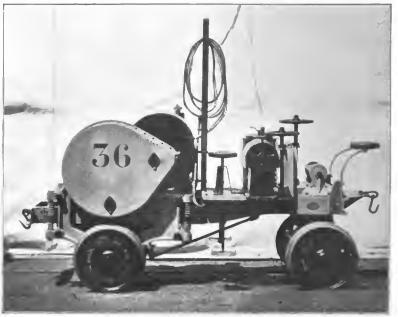


Fig. 715 Treidellokomotive System Gerard auf Schienen, 1902.

Die offensichtlichen Vorzüge, die das Vignolegleis für den Betrieb der Treidelei bietet, werden durch die Praxis der letzten Jahre an mehreren Stellen bestätigt. Gerard[1]) wies 1902 nach dem Mißerfolg seiner vierrädrigen Automobile — vgl. oben S. 648 — auf die Vorzüge der auf Schienen laufenden Treidellokomotiven hin und baute die Automobile in der in Fig. 715 dargestellten Form für den Betrieb auf Schienen um. Im Jahre 1904 führte die Société d'Electricité du Nord in Douai, die Nachfolgerin von Benefle & Co., ihre erste auf zwei gleichen Schienen von je 20 kg/m Gewicht laufende Lokomotive von 8 t Gewicht auf einer 6 km langen Strecke zwischen Douai und Auby ein. Von Chanay, dem Direktor dieser Gesellschaft, ist die in Fig. 716 dargestellte besonders einfache Lokomotive entworfen, die jetzt zur allgemeinen Einführung an dem Kanalsystem der Sensée, Scarpe, Aire und Deule gelangt ist. Sie ist in den beiden Hauptrichtungen symmetrisch gebaut, die beiden Achsen werden von je einem 20 PS Gleichstrommotor für 550 Volt angetrieben. Vorn und hinten kann das Zugseil in solcher Weise befestigt werden, daß die Zugkraft stets durch die Schwerachse der Lokomotive gerichtet ist. Infolgedessen ist die Lokomotive gut zur Durchführung des Pendelbetriebes auf einem einzigen Gleis befähigt, zu dem sie bisher ausschließlich verwendet wird. Einrichtungen zum Heben und zum Auf- und Abwickeln des Zugseiles besitzt die Lokomotive nicht, dies deshalb, weil der Schleppbetrieb sich unter wesentlich einfacheren Verhältnissen vollzieht, als am Teltowkanal. Die Schiffe fahren mit einem bis 7,0 m über Wasserspiegel ragenden Treidelmast, der an jeder der durchschnittlich mit 8 km Abstand — etwa 2½ St. Fahrzeit — sich folgenden Brücken niedergelegt wird. Die Aufbauten der leeren Schiffe ragen bis 3,7 m über den Wasserspiegel hervor. Das Zugseil greift an der Lokomotive in 1,4 m Höhe über Schienenoberkante an, die wieder 1,5 m über Wasserspiegel liegt. Daher geht das vom Schiff (7,0 m) zur Lokomotive (2,9 m über Wasserspiegel) reichende Zugseil auch über leer am Ufer liegende Kähne hinweg. Dabei liegen Kähne nur aus-

Fig. 716. Treidellokomotive System Chanay, 1904.

[1]) Gerard, Bericht zum X. int. Schiffahrtskongreß, Düsseldorf 1902.

Fig. 717. Vom Kanal abgezweigter Hafen.

nahmsweise am Ufer fest, denn jeder Kanalanlieger, der einen stärkeren Lösch- und Ladeverkehr erwartet, ist verpflichtet, sich einen vom Kanal durch einen überbrückten Zugang abgezweigten Hafen anzulegen. Die Lokomotiven vermögen zwei bis drei Boote von 300 t Tragfähigkeit mit fast 3 km/St. Fahrgeschwindigkeit zu schleppen. Sie haben sich bisher so bewährt, daß die wenigen noch in Betrieb befindlichen »elektrischen Pferde« — vgl. oben S. 648 — an dem nordfranzösischen Kanalsystem bald ganz verschwunden sein werden. Zurzeit wird die Schienenanlage stark erweitert. Ende dieses Jahres werden auf 55 km Gleis 72 Chanaysche Lokomotiven im Betrieb sein, um einen Jahresverkehr von 3 bis 4 000 000 t zu bewältigen. Wird diese Verkehrsziffer überschritten, so muß zur Anlage eines Gleises auf dem zweiten Kanalufer geschritten werden. Der Wirkungsgrad der Lokomotiven ist zu durchschnittlich 67% festgestellt. Der Gesellschaft ist ein fester Tarif von der französischen Regierung vorgeschrieben worden, nämlich 0,4 cts/tkm für die Bergfahrt und 0,35 cts/tkm für die Talfahrt. Trotz dieser niedrigen Sätze soll die Treidelei gute finanzielle Ergebnisse bringen. Das einfache Gleis gestattet auch das gleichzeitige Treideln mit Pferden. Gleichwohl wird durch die schneller und billig schleppenden Lokomotiven die Pferdetreidelei immer mehr zurückgedrängt.

Mit demselben guten Erfolg wie auf dem Teltowkanal und den nordfranzösischen Kanälen sind einfache Adhäsionslokomotiven auf gewöhnlichen Vignolegleisen auch in Nordamerika erprobt worden, so am Miami-Eriekanal[1]) und jüngst am Lehighkanal, Penns.[2]), wo sich diese normalen elektrischen Lokomotiven den mit künstlicher Adhäsion arbeitenden wesentlich überlegen zeigten. Am Miami-Eriekanal sollen mittels der 25 t schweren, vollkommen symmetrisch gebauten Lokomotiven, deren beide Achsen durch je einen 80 PS-Drehstrommotor angetrieben wurden, zehn mit je 80 t beladene Boote mit Geschwindigkeiten bis zu 16 km/St. geschleppt worden sein.

Den einfachen Adhäsions-Treidellokomotiven kann im wesentlichen nur ein einziger Nachteil nachgesagt werden, nämlich der, daß an stark frequentierten Lösch- und Ladeplätzen die Fahrleitung und das Zugseil das Lösch- und Ladegeschäft hindern. Diese Schwierigkeit ist aber, wie die Erfahrung lehrt, nicht unüberwindlich. Wo gelegentlich ein am Ufer liegendes Schiff den Schleppzug behindert, wird die Seilhebevorrichtung der Siemens-Schuckert-Lokomotive genügen, den Schleppzug ohne Fahrtunterbrechung durchzuführen. Wo, wie z. B. bei Berg- und Hüttenwerken, von vornherein ein starker Lösch- und Ladeverkehr zu erwarten ist, empfiehlt es sich, diesen in einen besonderen Hafen zu verlegen, der in der in Fig. 717 ersichtlichen Weise vom Kanal getrennt ist. Zur glatten Betriebsführung sollte bei neuen Kanälen von dieser Trennung der Häfen — ganz unabhängig von dem gewählten Schiffszugsystem — möglichst weitgehender Gebrauch gemacht werden. Wo sie aber nicht durchführbar ist, wird man eins der in Fig. 718 und 719 gekennzeichneten, ohne weiteres verständlichen Mittel zur Erleichterung des Lösch- und Ladeverkehrs mit geringen Kosten anwenden können.

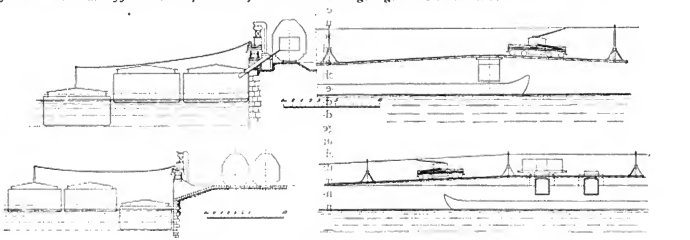


Fig. 718. Lösch- und Ladevorrichtungen bei elektrischen Treidelanlagen.

5. Die elektrischen Einzelheiten.

In allen vorstehenden Ausführungen ist mit Absicht auf die elektrischen Einzelheiten der Schiffszuganlagen nicht eingegangen. Denn diese werden nicht typisch durch die Anforderungen des Schiffszuges bedingt, sondern richten sich nach den allgemein für elektrische Bahnanlagen üblichen Gesichtspunkten. Je nach den örtlichen Verhältnissen kann man Gleichstrom, Drehstrom oder auch Wechselstrom zum Betrieb der Schleppmittel benutzen. In der Regel wird allerdings dem Gleichstrom der Vorzug zu geben sein. Die von ihm ge-

[1]) Electrical World and Engineer, New York 1902, S. 804 u. ff. und Zentralblatt der Bauverwaltung, Berlin 1902, S. 172.

[2]) Stillwell und Putnam, Proc. Am. Inst. El. Eng., New York, März 1908.

speisten Motoren besitzen bei gleich geringem Gewicht den besten Wirkungsgrad und gestatten mit einfachen Mitteln eine Änderung ihrer Drehzahl in weiten Grenzen. Auch in welcher Form die Energie erzeugt wird, ob man längs des Kanals einige wenige große Kraftwerke errichtet und von diesen aus den Strom in Hochspannungsleitungen zu geeignet verteilten Umformerwerken führt, die ihn in die für den ganzen Kanalbetrieb jeweilig zweckmäßigste Form umwandeln, oder aber nur für den Betrieb der Treidelei einzelne in Abständen von rd. 20 bis 30 km sich folgende kleine Dampfkraftwerke errichtet, hängt ganz von den örtlichen und wirtschaftlichen Verhältnissen ab. Bei neuen Kanälen wird es sich empfehlen, zunächst letztere Methode anzuwenden und erst dann, wenn die wirtschaftliche Entwicklung des ganzen Kanalgebietes zu übersehen ist, die Frage zu entscheiden, in welcher Form die Versorgung dieses Gebietes mit elektrischer Energie geschehen soll. In solchem Fall wird man die kleinen Dampfkraftwerke derart ausbilden, daß sie nachträglich auch an das einheitlich ausgebildete elektrische Verteilungsnetz angeschlossen werden können.

IV. Schlußfolgerungen.

Die mitgeteilten Ergebnisse der verschiedenen elektrischen Schiffszugsysteme lassen folgendes erkennen:

Der Schiffszug vom Lande aus ist dem Schleppbootsbetrieb in der Regel überlegen. Er verbraucht weniger Energie, er benötigt nur je einen Schleppmittelführer, er schont die Kanalböschungen und -Sohle, er erleichtert die Steuerung der Schiffe und erhöht die effektive Reisegeschwindigkeit.

Bei den die Schiffe vom Ufer aus treidelnden Schleppmitteln sind die einfachen auf Vignoleschienen laufenden Adhäsionslokomotiven allen übrigen Systemen in bezug auf Anlage- und Betriebskosten sowie Einfachheit der Betriebsführung überlegen. Ihr auf Schwellen in den Treidelpfad eingebettetes Gleis behindert den Verkehr auf diesem in keiner Weise, auch nicht den gleichzeitigen Verkehr von Lokomotiven und Treidelpferden. Das normale Gleis kann leicht für beliebige Transportzwecke benutzt werden, z. B. bei Vereisung und Reparaturen des Kanals. Die Nachteile, die gelegentlich Zugseil und Fahrleitung bereiten könnten, sind, wie die Erfahrung lehrt, durch geeignete Sonderkonstruktionen zu überwinden.

Das eben Gesagte gilt im wesentlichen nur für die großen durchgehenden Kanalstrecken mit ausreichend breiten Treidelpfaden. Wo diese fehlen und doch viele Lastschiffe über längere Kanalstrecken zu schleppen sind, wird man bestrebt sein müssen, geeignet durchgebildete elektrische Schleppboote anzuwenden. Die bisherigen Versuche lassen vermuten, daß man, sobald das Bedürfnis vorliegt, zu Konstruktionen solcher Boote gelangen wird, die den betriebstechnischen Anforderungen des geregelten Schiffszuges entsprechen. Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit elektrisch betriebener Schleppboote liegen allerdings zurzeit noch zu wenig Versuchs- und Rechnungsergebnisse vor, doch kann vermutet werden, daß bei billiger Energieerzeugung der elektrische Bootsbetrieb gegenüber anderen Bootssystemen durchaus konkurrenzfähig ist.

Für besondere Fälle, z. B. für Kanaltunnel und diejenigen Kanalstrecken, an denen die Lösch- und Ladestellen sich in dichter Folge häufen, ist von Fall zu Fall zu untersuchen, mit welchem Schleppsystem man den örtlichen Verhältnissen am besten entspricht. In der Regel wird man dort zweckmäßig Lokomotiven anwenden, die mit künstlicher Adhäsion oder mit Zahnrädern od. dgl. arbeiten und deren Laufbahn man an die Tunneldecke anbaut oder als Hochbahn längs des Treidelpfades führt. In Ausnahmefällen kann für kurze Strecken auch ein Wanderseil sich bewähren.

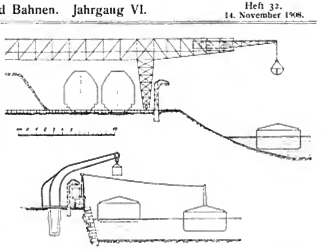


Fig. 719. Lösch- und Ladevorrichtungen bei elektrischen Treidelanlagen.

Die schließlich ausschlaggebende Frage, welches von allen bisher untersuchten Systemen das wirtschaftlichste ist, läßt sich nicht in einfacher Weise beantworten. Ein und dasselbe Schiffszugsystem kann unter veränderten Betriebsbedingungen ganz verschiedene Selbstkosten verursachen, die sich um das Doppelte, ja Fünffache unterscheiden. Es müssen daher alle diejenigen Zahlen mit großer Vorsicht aufgenommen werden, die irgend einem Treidelsystem eine bestimmte Höhe der spezifischen Selbstkosten zusprechen. Wirklich maßgebende Vergleiche lassen sich nur dann anstellen, wenn für dieselbe Kanalstrecke unter denselben Betriebsbedingungen die Selbstkosten der verschiedenen Systeme ermittelt werden. Eine derartige Untersuchung ist vor kurzem von den Herren Sympher, Thiele und Block vom preußischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten veröffentlicht worden.[1]) Diese Herren haben für die Strecke Crange (Gelsenkirchen) — Hannover des im Bau befindlichen Rhein-Hannover-Kanals für eine Länge von 267 km, die drei Schleusen enthält, die Treidelselbstkosten von fünf verschiedenen Treidelsystemen cet. par. untersucht, nämlich von Dampfselbstfahrern, Sauggasselbstfahrern, elektrischen Selbstfahrern und dem Schleppen von je zwei Lastschiffen durch Dampfschleppboote und durch Lokomotiven System Siemens-Schuckert. Den Untersuchungen sind für alle Systeme zwei verschiedene Fahrgeschwindigkeiten, nämlich 5 und 7 km/St., zugrunde gelegt. Das Ergebnis ist in umstehender Tabelle zusammengestellt, die zu zwei sehr beachtenswerten Folgerungen führt: erstens, daß für die angenommenen Betriebsverhältnisse auf der genannten Kanalstrecke die Selbstfahrer in fast allen Fällen erheblich höhere Frachtkosten bedingen, als die geschleppten Lastschiffe; zweitens, daß die tatsächlichen Frachtkosten beim Betrieb mit geschleppten Lastschiffen von den Liegezeiten, die die Lastschiffe und Schleppmittel beim Lösch- und Ladegeschäft an den Schleusen usw. notwendigerweise haben müssen, viel mehr abhängt, als von dem Schleppsystem und der Fahrgeschwindigkeit. Durch Abkürzung der Liegezeiten von zehn Tagen für das vollbeladene, sechs Tagen für das $^1/_5$ beladene Lastschiff und zwei Tagen für das Dampfschleppboot, auf drei bzw. zwei bzw. 0 Tage können die gesamten Frachtkosten um 52 bis 74% ermäßigt

[1]) Zeitschrift für Bauwesen, Berlin 1907.

Frachtkosten in Pf./tkm für Massengüter — ohne Abgaben und Nebenkosten — auf der Strecke Crange (Gelsenkirchen)–Hannover (267 km).

	Dampf-Selbstlader		Sauggas-Selbstlader		Elektrischer Selbstlader		Zwei Kähne vom Dampfer geschl.		Elektrische Treidelei Anfangs-Verkehr		Elektrische Treidelei Entwickl.-Verkehr	
	Tages-betrieb Pf./tkm	Tag- u. Nacht-betrieb Pf./tkm	Tages-betrieb Pf./tkm	Tag- u. Nacht-betrieb Pf./tkm	Tages-betrieb Pf./tkm	Tag- u. Nacht-betrieb Pf./tkm	Tages-betrieb Pf./tkm	Tag- u. Nacht-betrieb Pf./tkm	Tages-betrieb Pf./tkm	Tag- u. Nacht-betrieb Pf./tkm	Tages-betrieb Pf./tkm	Tag- u. Nacht-betrieb Pf./tkm
10 bzw. 6 Tage Liegezeit 5 km/St. Fahrgeschwindigkeit	0,728	0,784	0,754	0,806	1,056	1,059	0,619	0,644	0,647	0,678	**0,577**	0,608
3 bzw. 2 Tage Liegezeit	0,447	0,444	0,463	0,456	0,721	0,665	0,400	**0,368**	0,473	0,470	0,403	0,400
10 bzw. 6 Tage Liegezeit 7 km/St. Fahrgeschwindigkeit	1,022	1,047	—	—	—	—	0,754	0,796	0,783	0,803	**0,633**	0,698
3 bzw. 2 Tage Liegezeit	0,568	0,541	—	—	—	—	0,471	**0,426**	0,556	0,572	0,451	0,467

werden, während die beiden verglichenen Schleppmittel für Lastschiffe nur Unterschiede von höchstens 20% bedingen und durch Steigerung der Geschwindigkeit von 5 auf 7 km/St. die Frachtkosten nur um höchstens 24% erhöht werden. Für das Treidelsystem der Siemens-Schuckertwerke ergibt sich der zahlenmäßige Nachweis, daß es bei den üblichen Liegezeiten die geringsten Frachtkosten und bei den abgekürzten Liegezeiten nahezu die geringsten Frachtkosten erfordert. Die Zusammenstellung zeigt aber auch, wie nochmals ausdrücklich hervorgehoben zu werden verdient, welche große Bedeutung für die Kanalschiffahrt die mit der Einrichtung des elektrischen Schiffszuges verbundene Verteilung der Elektrizität längs des Kanals besitzt; denn sie erst ermöglicht oder erleichtert wenigstens die Schaffung zweckmäßiger Einrichtungen (Krane u. dgl.), die die Lösch- und Liegezeiten auf das wirtschaftlich notwendige Maß abzukürzen vermögen.

Den hier erörterten Fragen wird zurzeit — in Deutschland besonders mit Rücksicht auf den Betrieb des im Bau befindlichen Rhein-Hannover-Kanals und in Österreich wegen des geplanten Donau-Moldau-Kanals — ein großes Interesse entgegengebracht. Die wirtschaftlichen Folgen der Auswahl eines technisch geeigneten Systems rechtfertigen und fordern das Interesse aller beteiligten

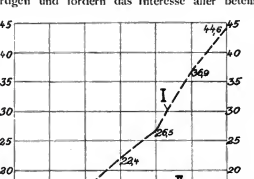


Fig. 720.
Güterbewegung in Deutschland und Frankreich von 1875 bis 1905
I Deutsche Eisenbahnen. II Französische Eisenbahnen.
III „ Wasserstraßen. IV „ Wasserstraßen.

Kreise. Die Fig. 720, die der Veröffentlichung von Sympher »30 Jahre deutscher Binnenschiffahrt 1875 bis 1905«[1]) entnommen ist, zeigt, daß zurzeit etwa der vierte Teil der gesamten deutschen Güterbewegung nämlich etwa 15 Milliarden Tonnenkilometer auf Wasserstraßen geleistet wird. Da die Frachtkosten der Binnenschiffahrt im Durchschnitt wohl etwa 1 Pf./tkm geringer sind als die der Eisenbahnen, so werden der deutschen Volkswirtschaft aus der Ausnutzung der Wasserstraßen jährlich rd. M. 150 Mill. unmötige Frachtausgaben erspart. Diese Zahl verdient Beachtung. Selbstverständlich fällt nur ein kleiner Teil der Güterbewegung auf den Wasserstraßen auf die Kanäle, je vollkommener jedoch das Kanalnetz und der Betrieb auf demselben ist, um so größer wird der Anteil der Binnenschiffahrt an der allgemeinen Güterbewegung werden. Daß in technischer Hinsicht der elektrische Schiffszug den Anforderungen der deutschen Kanalschiffahrt genügen kann, beweisen die Anlagen am Teltowkanal. Daß er zahlenmäßig die geringsten oder nahezu geringsten Frachtkosten bedingt, lehren die eingehenden Untersuchungen von Sympher. Die Vorteile, die die Elektrizität mittelbar dem Kanalbetriebe bringt, lassen sich nicht ziffernmäßig bewerten.

Den unleugbaren Vorzügen des elektrischen Schiffszuges stellen sich jedoch von seinem Wesen unabhängige Bedenken volkswirtschaftlicher Art entgegen. Der elektrische Schiffszug wird zweckmäßiger, wenn auch durchaus nicht notwendigerweise — die Anlagen in Nordfrankreich beweisen dies — nach staatlich geregelten Grundsätzen durch einen einzigen Unternehmer durchgeführt. Nur für einen derartig geregelten Betrieb gelten die Sympherschen Untersuchungen und nur durch ihn wird die Kanalschiffahrt zu einer fahrplanmäßigen, von Angebot und Nachfrage unabhängigen Beförderung ihrer Schiffe gelangen können, die die erhöhte Fahrgeschwindigkeit des elektrischen Schiffszuges erst auszunutzen gestattet. Daher vertreten die Verfechter des elektrischen Schiffszuges auch die Einführung eines staatlich geregelten Schleppbetriebes, wie er ja durch § 18 des preußischen Wasserstraßengesetzes für den Rhein-Hannover-Kanal schon festgelegt ist. Diesem Zwang, dem die Kanalschiffahrt unterworfen werden soll, widersetzen sich viele Wirtschaftspolitiker. Sie glauben nicht daran, daß durch den Zwang eine Verkehrsverbesserung herbeigeführt werden kann. Sie besorgen, daß, wenn der Staat selbst den geregelten Schleppbetrieb übernimmt und dann natürlich auch die Schlepptarife festsetzt, er diese nach seinem Ermessen aus Rücksichten, die dem Kanalbetrieb fremd sind, so gestalten könnte, daß der Binnenschiffahrt aus dem Fortschritt der Technik sich bietenden

[1]) Zeitschrift für Binnenschiffahrt, Berlin 1907, Heft 22.

wirtschaftlichen Vorteile wieder hinfällig würden. Sie befürchten auch soziale Gefahren aus der fortschreitenden Verstaatlichung großer Betriebe.

Es ist hier nicht der Ort, diese wirtschaftspolitischen Bedenken zu erörtern, obwohl sie unzweifelhaft ernste Beachtung verdienen. Es mag nur kurz darauf hingewiesen werden, daß in quantitativer Hinsicht die befürchteten Nachteile des Schleppmonopols oft überschätzt werden. Beispielsweise würden auf dem Rhein-Hannover-Kanal schon etwa 300 bis 400 Beamte und Arbeiter zur Durchführung des ganzen staatlichen Schleppbetriebes ausreichen. Die Kosten dieses Kanals betragen nach dem Gesetz vom Jahre 1905 rd. M. 250 Mill., während die Gesamtkosten des elektrischen Schiffszuges einschließlich der weit über den Treidelbedarf hinaus leistungsfähigen elektrischen Kraftwerke sich auf rd. M. 25 Mill. belaufen werden. Die Schlepppkosten des monopolisierten Schiffszuges werden sicherlich weit geringer sein, als die Kanalgebühren, die zur Deckung der Kanalkosten aufgebracht werden müssen. Durch Festsetzung hoher Kanalgebühren könnte also eine kanalfeindliche Tarifpolitik viel leichter durchgeführt werden, als durch Erhöhung der Schleppgebühren. Schließlich lehren die an französischen Kanälen gewonnenen Erfahrungen, daß die Kanalschiffahrt gern die ihr ohne Zwang gebotenen Methoden der organisierten Pferde- oder Lokomotivtreidelei annimmt und doch wohl dabei ihre Rechnung findet.

Wenn jetzt an den neuen Kanälen der elektrische Schiffszug in einheitlich geregeltem Betrieb eingeführt werden soll, so wird allerdings der Einzelne sich Beschränkungen in der Benutzung der im allgemeinen Interesse geschaffenen Wasserstraßen auferlegen müssen, der Gewinn aber wird für alle den Kanal befahrenden Schiffe eine bisher unerreichte, gleichmäßig schnelle, pünktliche und zuverlässige Beförderung, ein technischer Fortschritt sein, dessen unsere Kanalschiffahrt dringend bedarf.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

1. Ganze Kraftanlagen (Kraftwerke).

Die Berliner Elektrizitätswerke von 1902 bis 1908. Von Direktor Datterer. (Z. d. V. D. I., 11. Juli 1908, S. 1101; 18. Juli 1908, S. 1154; 25. Juli 1908, S. 1200.)* Vermehrung der Leistung in sechs Jahren von 62000 auf 153000 PSe. Übergang zu Turbodynamos, in denen bisher 76000 PS arbeiten. Erweiterung der Kraftwerke Oberspree und Moabit; in letzterem wurden an Stelle dieser 3000 PS-Kolbenmaschine drei Turbodynamos mit zusammen 19000 PS eingebaut, da kein Platz zur Erweiterung vorhanden war. — Neue Kesselanlagen: durch Verkleinerung des Flächenbedarfes der Dampfturbinen mußten Kessel gefunden werden, die entsprechend wenig Raum beanspruchen; früher 113 kg Dampf pro qm Grundfläche, jetzt 413 kg. Mechanische Feuerungen mit Wanderrost, die um 5 bis 6% günstiger arbeiten als Handfeuerungen. 1907 Aufstellung von zwölf Kesseln zu 15 Atm. und je ca. 425 qm Heizfläche. Neben Wanderrost Düsseldorfer Sparfeuerung. Wasserstandsregler von Hannemann. — Kraftwerk Oberspree: acht Kolbenmaschinen und acht Turbodynamos von zusammen 47200 PS; 44 Dampfkessel von zusammen 14000 qm Heizfläche. — Erweiterung des Kraftwerkes Moabit auf sechs Kolbenmaschinen und sechs Turbodynamos von zusammen 34700 KW und 41 Kesseln von zusammen 13000 qm Heizfläche. Entwurf des neuen Kraftwerkes Moabit II, wo im Herbst 1908 zwei Turbodynamos à 6000 KW und fünf Kessel à 413 qm Heizfläche in Betrieb genommen wurden. — Kraftwerk Rummelsburg für den Osten von Berlin; Kesselhaus 105 × 40 m mit 24 Kesseln, 8 Vorwärmern und Kohlenbunker für 1500 ebm; Maschinenhaus 75 × 25 m; Anbau 44 × 16 m für Schaltanlagen, Akkumulatoren, Büros etc. Kühlwasseranlage. Bei den Erdarbeiten Absenken des Grundwasserspiegels um 6 m. — Kohlenförderanlage Rummelsburg: alle Kohle per Schiff angefahren und für den Winter gelagert. Anlage von Bleichert für 50 t pro St. Förderung: 1. vom Schiff zum Kohlenbunker, 2. vom Schiff zu den drei Lagerplätzen, 3. von den Lagerplätzen ins Kesselhaus und 4. vom Eisenbahnwaggon ins Kesselhaus; alle vier Betriebe gleichzeitig; Details. Gesamtheizfläche 10200 qm, Vorwärmer à 800 qm. Aschenförderung für 10 t pro St. Maschinenhaus mit drei Turbodynamos à 4000 KW mit Oberflächenkondensation. Laufkran für 30 t. Zwei vierfache Duplex-Verbundpumpen von Weiße & Monsky für 200 ebm pro St. bei 16 bis 17 Atm. Gegendruck mit automatischer Anpassung an den Wasserbedarf. Unterwerke: Umwandlung in Gleichstrom 2 × 220 und 550 Volt für Licht und Kraft für die Stadt Berlin, für die Vororte Drehstrom 3 × 220 und 3 × 500 Volt. Plan des Versorgungsgebietes. Einrichtung der Unterwerke: Transformatoren, Umformer, Akkumulatoren; Einankerumformer mit Zusatzmaschine für Spannungsregelung. Schaltanlagen für mittelbare Betätigung. — Akkumulatoren für eine Gesamtkapazität von 18600 KW bei 3 St.; Sparzellenschalter. — Energieabgabe im Jahre 1907 200 Mill. KW.St. durch Generatoren von 104000 KW. Kurven der Anschaffungswerte (Juni 1907 M. 124 Mill.), Abschreibungen (Juni 1907 M. 30 Mill.), Höchstbelastungen (114000 KW), Zunahme der Anschlüsse und des Stromverbrauches.

2. Gewinnung der mechanischen Arbeit.

Exhaust Steam Power Generation. By W. G. Turner. (The Elect. Mag., Vol. IX, Nr. 4, S. 229.) Kurze Angaben über Bauart der Abdampfturbinen, d. h. kurze Zylinder von verhältnismäßig großem Durchmesser wegen des großen Dampfvolumens. Beschreibung von Parsons Abdampfturbine und deren Regelung. Bei zwei Abdampfturbinen von Parsons, die zum Antrieb von Gleichstromdynamos dienen, ergaben sich bei Vollast folgende Dampfverbrauchsziffern:

Leistung der Dynamo in KW	Dampfdruck in Atm. abs.	Vakuum in %	Stündlicher Dampfverbrauch für 1 KW.St.
350	1	91	18.5
750	1	96,7	13,6

Als Zwischenaufnehmer empfiehlt Verfasser die Benutzung alter Dampfkessel. Besprechung verschiedener Aufnehmertypen. Abwägung der Vorteile die durch Dampfersparnis entstehen gegenüber den hohen Anlagekosten.

Herausgegeben von Professor Dr.-Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TREIBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 15)

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Eugen EICHEL-Berlin, Beratender Ingenieur; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; L. C. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geb. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **24. November 1908.** **Heft 33.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36 maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Die Tunnelentwürfe der Großen Berliner Straßenbahn II. S. 657.
Der elektrische Strom im Landschaftsbilde. Von Prof. Franz, Charlottenburg. S. 662.
Die Schutzvorrichtungen an den Triebwagen der städtischen Straßenbahn in Dresden. S. 667.
Kleine Nachrichten. S. 669. Notverbauung elektrischer Triebkraft: Wasserhaltung der Penn Iron Mining Co., Vulcan, Mich. — Wirtschaftliche Untersuchungen: Zur Frage des Antriebes von Umkehrwalzenstraßen.
Neue Bücher. S. 673.
Zeitschriftenschau. S. 673.

Die Tunnelentwürfe der Großen Berliner Straßenbahn II.

Wir haben in Nr. 9 und 10 der Zeitschrift (S. 166 und 188) einen ausführlichen Aufsatz über die Tunnelentwürfe gebracht und wollen im Anschluß daran über die weitere Entwicklung der Angelegenheit berichten.

Auf die Gegenschrift der Straßenbahngesellschaft gegen das Gutachten des Herrn Regierungsrates Kemmann ist von diesem eine ausführliche Replik verfaßt worden, die in recht ruhigem sachlichen Tone geschrieben ist und die zahlreichen Einwendungen der Straßenbahngesellschaft einzeln untersucht.

Zum Belege seiner Ausführungen hat Kemmann ein reiches Zahlenmaterial herbeigeschafft, namentlich bezüglich der Anzahl der auf den einzelnen Haltestellen aus- und einsteigende Fahrgäste und der auf die Person entfallenden Haltezeiten. Ferner sind die Fahrzeiten im Tunnel nochmals an der Hand genauer Schaulinien durchgerechnet worden.

Dabei wird erwähnt, daß mit dem Befahren der Rampen — namentlich der am Spittelmarkt — und ihrer Zufahrtsgleise recht erhebliche Umwege verbunden sind, die den im Tunnel erzielten geringen Gewinn an Fahrzeit wieder aufzehren.

Es sei noch angeführt, daß der Herr Verfasser eine Kritik des Nordtunnels, die in seiner ersten Schrift vermißt wurde, nachholt und besonders darauf hinweist, daß die von der Gesellschaft bei den Projekten befolgten Konstruktionsregeln beim Nord- und Südtunnel einander gerade entgegengesetzt seien.

Auf die Einzelheiten der Schrift näher einzugehen erübrigt sich, da sie sich mit unserem eigenen Standpunkt im wesentlichen deckt und neue Gesichtspunkte nach Lage der Sache kaum gegeben werden konnten. Herr Kemmann kommt zu dem Schlusse, daß seine Kritik der Entwürfe in allen Teilen berechtigt und daher soweit aufrecht zu erhalten ist, als die Entwürfe nicht inzwischen Abänderungen erfahren haben; er faßt sein Urteil dahin zusammen, daß von den Tunnelanlagen keine Hebung der Verkehrsnot zu erwarten sei.

Ein für die Beurteilung der Sachlage wichtiges neues Moment ist nun dadurch eingetreten, daß die Straßenbahngesellschaft an die Ausführung der Tunnelentwürfe die weitere Bedingung geknüpft hat, daß die bestehenden Tarife nicht unwesentlich erhöht werden. Die neuen Tarife sollen (nach Mitteilung Kemmanns) betragen:

bis zu 3 km = 10 Pf.
3 bis 5 km = 15 Pf.
über 5 km = 20 Pf.

Bekanntlich bestand bei der Großen Berliner Pferdeeisenbahngesellschaft ursprünglich ein Teilstreckentarif, der bis zu 40 Pf. für die längste zu durchfahrende Strecke hinaufging. Im Laufe der Zeit wurde dieser Tarif wiederholt ermäßigt, und als im Jahre 1898 die Gesellschaft an die Stadtverwaltung mit dem Antrage herantrat, ihr die Umwandlung des Betriebes in elektrischen zu gestatten, da willigte die Stadt nur unter der Bedingung in den Abschluß eines neuen Vertrages, daß auf den bestehenden Linien ein Einheitstarif von 10 Pf. eingeführt würde. Nach langen Verhandlungen ging die Gesellschaft darauf ein. Auf neugeschaffene Linien bzw. erhebliche Linienverlängerungen hat die Gesellschaft diesen Einheitstarif nicht ausgedehnt, sondern für die ganze Strecke je 15 Pf. erhoben.

In den meisten größeren Städten Deutschlands ist bekanntlich der zeitweise eingeführte 10 Pf.-Einheitstarif

der Straßenbahnen wieder verlassen und durch einen Teilstreckentarif ersetzt worden, dessen Höhe sich etwa in den Grenzen des neuen Vorschlags der Berliner Gesellschaft bewegt. Man hat diese Erhöhung überall damit begründet, daß bei einem Einheitstarif von 10 Pf. die Bahnen nicht bestehen könnten und von dem Standpunkt aus, daß Leistung und Gegenleistung einander entsprechen sollen, ist eine Steigerung des Fahrpreises bei wachsender Reiselänge auch als angemessen zu bezeichnen.

Für Berlin liegt die Sache insofern anders, als die Gesellschaft mit dem vertraglich festgelegten 10 Pf.-Tarif gute Geschäfte gemacht hat, und weil als Gegenwert für die jetzige Mehrforderung eine Mehrleistung nicht geboten wird, denn durch den Tunnel sollen die jetzigen Straßenbahnwagen ohne erhebliche Änderung der Reisegeschwindigkeit verkehren. Es wird sogar etwas weniger geboten, nämlich es wird die Zahl der Haltestellen verringert und der Fahrgast in die Notwendigkeit versetzt, beim Zu- und Abgang Treppen zu steigen. Sodann soll die Tariferhöhung auch auf den Linien eintreten, die den Tunnel gar nicht berühren.[1])

[1]) Es wird von der Gesellschaft behauptet, die Führung der Linien durch die Leipzigerstraße entspräche dem Verkehrsbedürfnis und eine Ablenkung des Verkehrs in Nebenstraßen sei nicht möglich.

Wenn es angemessen ist, für die Anlage der Tunnelstrecken eine Erhöhung der Fahrpreise als Entgelt zu verlangen, so erscheint es richtiger, nicht eine allgemeine Tariferhöhung eintreten zu lassen, sondern die Mehrkosten der Beförderung durch die Leipzigerstraße auch die bezahlen zu lassen, denen die angebliche Annehmlichkeit der Beförderung durch die Hauptverkehrsstraße zugute kommt, d. h. man möge für die Beförderung durch den Tunnel einen erhöhten Fahrpreis, etwa in Form eines Tunnelzuschlages von 5 oder 10 Pf. erheben. Es müßten dann außerdem die Parallellinien durch die — zum Teil durch Straßendurchbrüche — herzustellenden Nebenstraßen ohne Fahrpreiserhöhung eingerichtet werden. Glaubt die Gesellschaft unter diesen Umständen den Verkehr soweit auf den Tunnel konzentrieren zu können, daß durch den Tunnelzuschlag die Baukosten der Anlage verzinst und abgeschrieben werden können, so wäre damit die Wirtschaftlichkeit der Anlage erwiesen.

Die Folgen der an den Tunnelentwürfen geübten Kritik und die gleichzeitig gemachten Vorschläge zu anderweitiger Verbesserung der Verkehrswege sind nach zwei Richtungen hin zu erkennen. Einmal hat die Straßenbahn das Projekt des Südtunnels völlig umgestaltet und andersets hat die Stadt Berlin selbst Pläne für den Ausbau des Straßennetzes ausgearbeitet und in Vorschlag gebracht.

Über das abgeänderte Projekt des Südtunnels sind einige Notizen in einer vom Magistrat herausgegebenen Flugschrift[1]) enthalten; außerdem sind einige Einzelheiten bekannt geworden, vgl. Fig. 721 bis 723; eine zusammen-

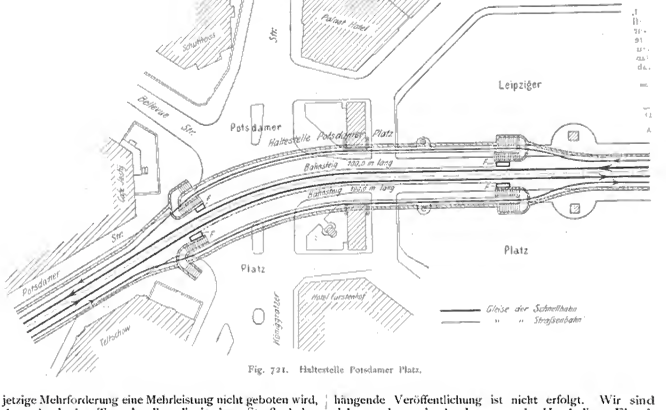


Fig. 721. Haltestelle Potsdamer Platz.

hängende Veröffentlichung ist nicht erfolgt. Wir sind daher auch nur in der Lage, an der Hand dieser Einzelheiten auf das Ganze rückwärts zu schließen.

Die Gesellschaft hat die Gleisverschlingungen in den Stationen aufgegeben und die vier Gleise überall durchgeführt. Damit hat sie einen der Haupteinwände gegen das Projekt beseitigt. Alle vier Gleise sollen zunächst dem Straßenbahnverkehr dienen, die Anlage aber so gestaltet werden, daß die Mittelgleise später zur Durchführung einer Schnellbahnlinie dienen können. Der viergleisige Ausbau soll sich auf die Strecke Kurfürstenstraße—Dönhoffplatz erstrecken. Die Zweiglinie nach dem Gendarmenmarkt soll an der Haltestelle Friedrichstraße schienenfrei an die Außengleise der viergleisigen Strecke anschließen; ebenso wird es mit der Zweiglinie vom Magdeburgerplatz an der Lützowstraße der Fall sein. Unter dieser Annahme ergibt sich der in Fig. 724 dargestellte schematische Gesamtgleisplan. Die östliche Tunnelmündung ist am Dönhoffplatz vorgesehen. Die Gleise steigen dort zur Oberfläche empor, überschreiten die Kommandantenstraße in Geländehöhe und steigen

[1]) Aktenmaterial, betreffend das Verhältnis der Stadtgemeinde Berlin zur Großen Berliner Straßenbahn, mitgeteilt von der städt. Verkehrsdeputation. Berlin 1908. Druck von W. S. Löwenthal.

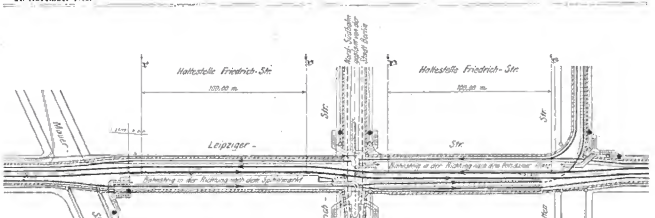


Fig. 722. Haltestelle Friedrichstraße.

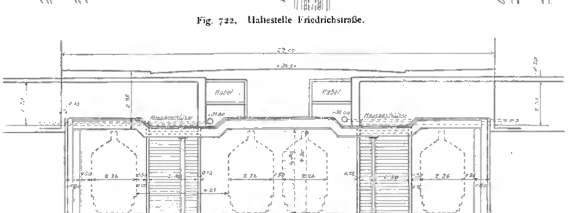


Fig. 723. Querschnitt der Haltestelle Friedrichstraße.

weiter auf einer Rampe in dem Häuserblock zwischen Kommandantenstraße und Spittelmarkt in die Höhe. Der Spittelmarkt und der Spreelauf werden auf einem Viadukt überschritten. Dahinter senkt sich die Bahn wieder in das Gelände, das an der Grünstraße erreicht wird. Diese Rampe und Viadukstrecke ist aber anscheinend nur für die beiden Straßenbahngleise bestimmt; wie die Fortsetzung der Schnellbahngleise über den Dönhoffplatz und die Kurfürstenstraße gedacht ist, wird nicht angegeben. Diese Angabe ist aber auch vorläufig entbehrlich, weil der Betrieb auf allen vier Gleisen zunächst mit Straßenbahnwagen erfolgen soll und der Schnellbahnbetrieb nur im Falle eines auftretenden späteren Bedürfnisses eingerichtet werden soll.

Auf die mannigfachen Bedenken ästhetischer und betriebstechnischer Art, die der geplanten Rampen- und Viaduktanlage entgegenzustehen scheinen, soll mangels Vorhandenseins eines genauen Planes hier nicht eingegangen werden; es sei indessen doch auf den einen Punkt hingewiesen, daß die Plankreuzung der Kommandantenstraße im Zuge der stark geneigten Rampe, bei der die Übersicht auf der einen Seite durch die Futtermauern der Tunnelrampe, auf der anderen durch die Häuser des Blocks verdeckt wird, einen außerordentlichen Gefahrpunkt bildet und daher wohl kaum zugelassen werden kann.

Mit Rücksicht auf die Bestimmung der Mittelgleise als künftige Schnellbahngleise wird die Linienführung des Tunnels eine schlankere sein müssen, ohne die starken Neigungen und scharfen Krümmungen des ersten Projektes. Insbesondere wird die Umfahrung der Potsdamerbrücke vermieden und durch eine Unterfahrung ersetzt werden müssen.

Denkt man sich die Schnellbahngleise hinweg, so erhält man für die Straßenbahngleise eine zweigleisige

Fig. 724. Linienführung im Südtunnel.

Fig. 725. Linienführung der Straßenbahngleise.

Stammstrecke mit zwei zweigleisigen Abzweigungen nach Fig. 725. Die gegen die Anlage unterirdischer Verzweigungen geltend gemachten Bedenken der Kritiker bleiben natürlich bestehen. Insbesondere ist die Einmündung der zwei Streckengleise in das eine Bahnsteig-

gleis der Friedrichstraßenstation als betriebstechnisch mangelhaft zu bezeichnen.

Der Gedanke, die Mittelgleise zunächst für Straßenbahnzwecke auszubauen und sie später für Schnellbahnzwecke zu benutzen, kann als ein besonders glücklicher nicht bezeichnet werden, zumal die Erfahrungen in Boston (s. o.) die mit einer solchen Umwandlung verbundenen Nachteile recht deutlich gezeigt haben. Bei einer Schnellbahn muß der Bahnsteig in Höhe des Wagenfußbodens liegen, wenn die Anlage eine vollkommene sein

Fig. 726. Tieferlegung der Schnellbahngleise in den Stationen.

Fig. 727. Tieferlegung der Schnellbahngleise in den Stationen.

soll. Tatsächlich zeigen auch die Schnellbahnen in Berlin, Paris, New York, Boston, Chicago diese Anordnung. Da die Bahnsteige der Straßenbahn in Schienenhöhe liegen (vgl. Fig. 723), so muß der für Schnellbahnzwecke bestimmte Teil des Bahnsteigs später um etwa 1 m erhöht werden, und man erhält die in Boston so sehr getadelte Stufe im Bahnsteig, die das Umsteigen erschwert, oder aber man muß die Schnellbahngleise in den Stationen und in ihrer Nähe später entsprechend tiefer legen als die Straßenbahngleise (vgl. Fig. 726 und 727), was unangenehme Futtermauern zwischen den Gleisen auf der freien Strecke nötig macht. Die Möglichkeit der Tieferlegung der Mittelgleise zwecks Einführung des Schnellbahnbetriebes muß natürlich von vornherein bei der Anlage der Bahn berücksichtigt werden; die ganze Anlage wird hierdurch wesentlich verteuert.[1])

Fig. 723 zeigt, daß auf die Tieferlegung der Schnellbahngleise keine Rücksicht genommen ist.

Ein Teil der Haltestellen soll für Schnellbahn und Straßenbahn gemeinsam sein und zugleich dem Übergangsverkehr von einer Bahn zur andern dienen, so z. B. die in Fig. 721 und 722 dargestellten Haltestellen Potsdamerplatz und Friedrichstraße. Die Zwischenhaltestellen werden allein für den Straßenbahnverkehr benutzt werden und naturgemäß Außensteige erhalten. Für den Straßenbahnverkehr wird also teils links teils rechts aus- und eingestiegen werden müssen, wie beispielsweise auch auf den Lokalgleisen der New Yorker Untergrundbahn.

Die Innengleise erhalten Haltestellen nur an der Lützowstraße, dem Potsdamerplatz, der Friedrichstraße und dem Dönhoffplatz. Das ist, solange diese Gleise dem Straßenbahnverkehr dienen sollen, entschieden zu wenig und bedeutet eine erhebliche Verschlechterung gegenüber dem jetzigen Zustande. Auch wird es schwer sein, den Reisenden eines in den Tunnel mündenden Straßenbahnwagens rechtzeitig bekannt zu geben, an welchen Stationen der Wagen hält, um sie zum etwaigen Umsteigen zu veranlassen.

Die Bahnsteige der Haltestelle Potsdamerplatz haben eine Länge von 100 m und eine nutzbare Breite von 6 m (Gleisabstand 8,25 m). Sie liegen teilweise in der Krümmung, wodurch die Abfertigung erschwert wird. Sie mehr in die Leipzigerstraßen-Gerade hineinzuschieben, ist aber jedenfalls wegen der benachbarten Unterführung der Siemens-Unterpflasterbahn unmöglich.

Die Bahnsteige sind in der Mitte durch ein Trennungsgitter in zwei Teile geteilt. Der für die Schnellbahn bestimmte Teil erhält Bahnsteigsperre; die Fahrkartenausgaben (in Fig. 721 mit *F* bezeichnet) befinden sich neben den Treppenaufgängen (wo sie schwer zu finden sein werden). Der für die Straßenbahn bestimmte 3 m breite Teil des Bahnsteiges soll zugleich als Durchgang zur gefahrlosen Kreuzung des Potsdamerplatzes dienen und ist für den Straßenbahnverkehr nach früheren Ausführungen an sich schon zu schmal, wie überhaupt die Längstrennung der Bahnsteige nach den beiden Verkehrsarten keine besonders glückliche Lösung darstellt.

In der Haltestelle Friedrichstraße mußten die Bahnsteige wegen der geringen zwischen den Baufluchten zur Verfügung stehenden Breite gegeneinander verschränkt angeordnet werden (der Schnitt Fig. 723 stimmt hiermit nicht überein), um genügende Bahnsteigbreite zu erhalten; er zieht sich dadurch von der Maucrstraße bis zur Charlottenstraße hin. Man muß anerkennen, daß bei der Gesamtanordnung des Bahnhofes die örtlichen Schwierigkeiten

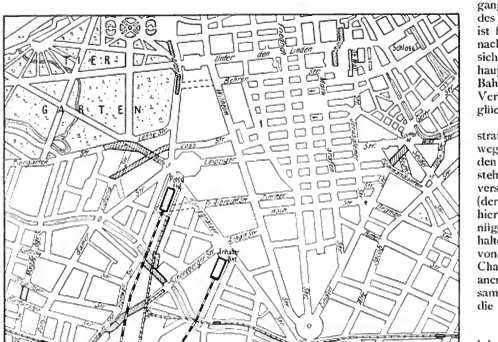


Fig. 728. Vorschläge der Stadt Berlin zur Verbesserung des Straßennetzes.

[1]) Mit Rücksicht auf den Straßenbahnverkehr auf den Außengleisen muß die Schnellbahnlinie um 1 m tiefer gelegt werden, als sonst mit Rücksicht auf ihr eigenes Lichtraumprofil notwendig wäre.

in recht geschickter Weise überwunden sind. — Die Trennung der Bahnsteige in zwei Hälften findet sich auch hier; in der Fig. 722 ist außerdem die Verbindung mit dem Bahnsteig der durch die Friedrichstraße geführten Nord-Süd-Untergrundbahn angedeutet. Da durch die Zugänge zu den Bahnsteigen je ein Gleis überbrückt werden muß, ist die Tiefenlage der gesamten Tunnelanlage eine recht beträchtliche; nach Fig. 723 liegt die Sohle des Tunnelmauerwerks 9,3 m unter der Straßenkrone; durch Tieferlegung des Schnellbahngleises steigt dieses Maß auf 10,3 m. Die Schienenoberkante eines darunter kreuzenden Tunnels wird also etwa 10,3 + 3,3 = 13,6 m unter der Straßenkrone liegen müssen.

Soviel über das neue Tunnelprojekt.

Zu der grundsätzlichen Idee, den Straßenzug der Leipzigerstraße für eine Schnellbahn zu benutzen, haben wir schon früher Stellung genommen und kamen dabei zu dem Schluße, daß die Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit der Parallelstrecke der Siemens-Unterpflasterbahn es für angezeigt erachten lasse, den Bau einer solchen Schnellbahn solange hinauszuschieben, bis die Siemenssche Bahn den Verkehr nicht mehr zu bewältigen imstande ist. Im übrigen wird man grundsätzlich nicht abgeneigt zu sein brauchen, den wichtigen Straßenzug etwa für eine Schnellbahn Schmargendorf—Wilmersdorf—Spittelmarkt—Schlesisches Tor sich frei zu halten.

Fig. 720. Gleisführung an der Potsdamer Brücke.

Die vom Herrn Stadtbaurat Krause ausgearbeiteten Gegenvorschläge des Magistrats lehnen sich an die von Herrn Regierungsbaumeister Hirte gemachten, im Berliner Architektenverein vorgetragenen Vorschläge an. Sie bezwecken die Schaffung von Parallelstraßen zur Entlastung der Potsdamer- und Leipzigerstraße. Vorgeschlagen wird (Fig. 728) eine Verlängerung der Voßstraße von der Königgrätzerstraße bis zur Ecke der Viktoria- und Margaretenstraße, eine Abrundung der Ecke von der Bellvue- zur Tiergartenstraße am Kemperplatz und ein Durchbruch von der Magdeburgerstraße zur Frobenstraße; ferner eine Verlängerung der Lindenstraße bis zum Spittelmarkt, eine Überbrückung des Landwehrkanals im Zuge der Köhnerstraße, eine Verbreiterung des Schönebergerufers zwischen Schöneberger- und Flottwellstraße, sowie eine Verbindung zwischen Schöneberger- und Kurfürstenstraße unter den Gleisen der Ringbahn und Potsdamer Bahn hinweg.

Durch diese neugeschaffenen parallelen Straßenzüge, einerseits Frobenstraße, Magdeburgerstraße, Schöneberger Ufer, Viktoriastraße, Voßstraße, Französische Straße, anderseits Kurfürstenstraße, Schönebergerstraße, Dessauerstraße, Prinz Albrechtstraße, Lindenstraße usw. sollen diejenigen Straßenbahnlinien geführt werden, die den Straßenzug Potsdamer—Leipzigerstraße jetzt nur streckenweise benutzen, und auf diese Weise soll der genannte Straßenzug von allen Gabelungen befreit werden, so daß auf der Strecke von der Lützowstraße bis zum Spittelmarkt, also auch auf dem Potsdamer Platz, nur noch rechtwinklige Kreuzungen stattfinden, die weit weniger den Verkehr hemmen wie die Abzweigungen. Um auch

Fig. 730. Gleisführung am Spittelmarkt. Jetziger Zustand.

den Spittelmarkt zu entlasten, sollen die vom Dönhoffplatz, der Linden- und Kommandantenstraße her kommenden Linien, die jetzt durch die Gertraudten- zur Königstraße gehen alsdann von der verlängerten Lindenstraße durch die Wall- und Grünstraße bzw. Neue Friedrichstraße geführt werden. Fig. 729 zeigt die künftige Linienführung an der Potsdamer Brücke, Fig. 730 und 731 den jetzigen und künftigen Zustand am Spittelmarkt (letzteren allerdings unter Weglassung einer Stumpfgleisanlage, die wohl kaum entbehrlich ist).

Die Pläne der Stadt enthalten weiter noch zwei den Straßenzug Unter den Linden kreuzende Straßenbahntunnel, einen am Brandenburger Tor und einen zweiten, viergleisigen, am Opernplatz.

Die Gesamtkosten der städtischerseits geplanten Bauausführungen abzüglich der Rückeinnahmen sollen M. 27,5 Mill. betragen.

Fig. 731. Gleisführung am Spittelmarkt. Abänderungsvorschlag.

Nach Fertigstellung dieser Pläne fand eine Besprechung im Arbeitsministerium statt, zu der die beiden Parteien, die Straßenbahn und die Stadt, eingeladen worden waren. Bei dieser Gelegenheit erklärte der Minister, daß die Prüfung der früher eingereichten Entwürfe der Straßenbahn mit Gleisverschlingungen in den Stationen gewisse

Bedenken, die auch von der öffentlichen Kritik hervorgehoben seien, habe gerechtfertigt erscheinen lassen. Deswegen verdiene der neue, durchweg viergleisige Entwurf den Vorzug. Dieser wurde daher den Erörterungen zugrunde gelegt.

Die Vertreter der Stadt Berlin wandten gegen die Tunnelentwürfe ein, daß die Kanalisation gestört und benachteiligt und die Durchführung der städtischen Schnellbahnprojekte erschwert wurde. Auch wurden Zweifel wegen der Sicherheit des geplanten Tunnelbetriebes geltend gemacht. Der Minister wies demgegenüber darauf hin, daß die Pläne noch einer weiteren Durcharbeitung bedürften und daß die Aufsichtsbehörden keine Anlage genehmigen würden, die nicht vollkommen betriebssicher sei. Die von der Stadt Berlin geplanten Straßendurchbrüche wurden seitens des Ministers als außerordentlich wertvoll und nützlich anerkannt, dabei aber betont, daß die Straßendurchbrüche allein nicht ausreichten, sondern durch die Tunnelanlagen ergänzt werden müßten. Der Minister sprach die Hoffnung aus, daß es zu einer Verständigung beider Parteien kommen möge; im andern Falle müsse die Straßenbahn auf den gesetzlichen Weg zur Durchführung ihrer Pläne verwiesen und das Ergänzungsverfahren eingeleitet werden.

Am 13. Juni d. J. hielten der Oberbürgermeister und die Vertreter der Straßenbahngesellschaft dem Kaiser über die Pläne zur Verbesserung des Stadtverkehrs Vortrag. Bei dieser Audienz waren auch die Vertreter der zuständigen Staatsbehörden anwesend. Nach dem seitens des Oberbürgermeisters Kirschner in der Verkehrsdeputation erstatteten Berichte legte er die seitens des Stadtbaurats Krause gefertigten Pläne vor, erläuterte das Verhältnis der Stadt zur Straßenbahngesellschaft und erklärte die Bereitwilligkeit der Stadt, die zur Beseitigung der Übelstände erforderlichen Verkehrsanlagen zu schaffen und der Straßenbahn gegen Entgelt zur Benutzung zu überlassen.

Der Kaiser erklärte, ohne zu den Plänen eine bestimmte Stellung zu nehmen, daß die beiderseits vorgelegten Pläne bei ihrer großen Bedeutung einer sorgfältigen Prüfung seitens der kgl. Behörden bedürften und daß er wünsche, es möchten dabei die Interessen der Stadt Berlin nach Möglichkeit berücksichtigt werden. Es komme in erster Linie darauf an, daß den vorhandenen Übelständen abgeholfen werde, erst in zweiter Reihe darauf, durch wen das geschehe. Wenn die Stadt Berlin das Erforderliche veranlasse, sei es am besten. Vor allem müsse der oberirdische Straßenbahnverkehr vor dem Brandenburger Tor beseitigt werden, weiter seien aber auch die Straßenbahnen in der Leipzigerstraße zu entfernen, denn bei der gewaltigen Entwicklung des Westens werde sich der Gesamtverkehr in der Leipzigerstraße fortdauernd derartig steigern, daß die Straße für den Wagen- und Fußgängerverkehr freigemacht werden müsse. Nach der Erklärung des Oberbürgermeisters werde sich eine Lösung für die Erfüllung dieser Aufgabe finden lassen.

Bei der Erörterung über den Nordtunnel in der Straße Unter den Linden wurde seitens der Vertreter der Staatsbehörden erklärt, daß ein Verkehrsbedürfnis für diese Anlage zurzeit nicht bestehe und sie daher vorläufig unterbleiben könne.

Man darf hiernach wohl annehmen, daß der Tunnel im Zuge der Straße Unter den Linden gefallen ist. Ob es wegen der verbleibenden Anlagen, der Straßenbahntunnel vor dem Brandenburger Tor und dem Opernplatze, dem Tunnel im Zuge der Leipzigerstraße und der Straßendurchbrüche zu einer Einigung zwischen der Stadt und der Straßenbahn kommen wird, bleibt abzuwarten. Man darf der weiteren Entwicklung der Dinge mit Interesse entgegensehen.

Fig. 732. Transformatorenunterwerk einer Tyroler Bergbahn.

Der elektrische Strom im Landschaftsbilde.

Von Prof. **Franz**, Charlottenburg.

Wie vordem die Schienenbahn, so beginnt jetzt die Erzeugung und Leitung der elektrischen Energie das Bild der Landschaft merklich zu beeinflussen. An vielen Stellen schon haben die Stromführungen sowie die Bauwerke der Arbeitsgewinnung und -umsetzung neue Bilder geschaffen. Nicht immer zum Vorteil der Landschaft. Die einzelnen Bauwerke sind häufig unschön und abstoßend in ihren Formen und zeigen auch nicht selten eine auffallende Abweichung von der ortsüblichen Bauweise. Fig. 732 ist ein Beispiel — Transformatorenunterwerk einer tyroler Bergbahn. Wer die Alpenländer kennt, dem wird das Fremdartige sofort auffallen, das mit solchen Bauformen in das Landschaftsbild gebracht wird. Auch der Mangel an Rücksicht auf die Eigenart des Landes wird von manchem Besehauer unangenehm empfunden; er sieht das Ingenieurwerk in seinen Gegensätzen gegen das Alte, Gewohnte — das ihm seit langer Zeit vertraut geworden ist; er versteht nicht, wie man das alles so ganz ignorieren kann.

Weshalb der eiserne Leitungsträger gerade vor das schönste Bauernhaus gestellt werden mußte? (Fig. 735.) Warum von Eisen und warum gerade in der häßlichsten Form? Solche Vernachlässigungen einzelner Punkte — und sie treten leider viel zu häufig in die Erscheinung — bringen der Ingenieurtätigkeit ganz bedeutende Hemmnisse. Sie mehren die Antipathien gegen die »Kraftmeier«; sie stärken die Behauptungen derjenigen, die in der Technik unserer Zeit nur eine Beeinträchtigung der ästhetischen Kultur erblicken. Imponderabilien — aber von immer weiter wachsendem Gewicht. Wie sehr hierbei das Wesen der Technik verkannt wird, braucht hier nicht ausgeführt zu werden. Viel-

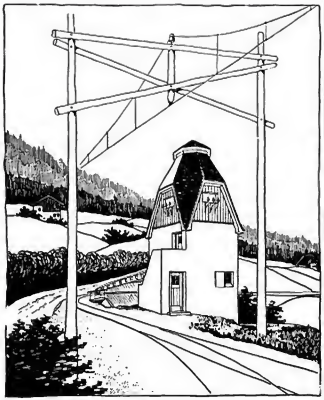


Fig. 733. Gegenvorschlag zu Fig. 732.

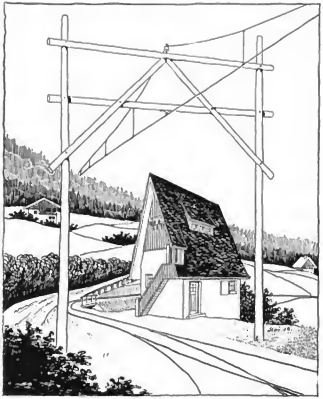


Fig. 734. Gegenvorschlag zu Fig. 732.

Fig. 735. Fernleitungsmast mit kleinem Transformator vor einem Tyroler Bauernhause.

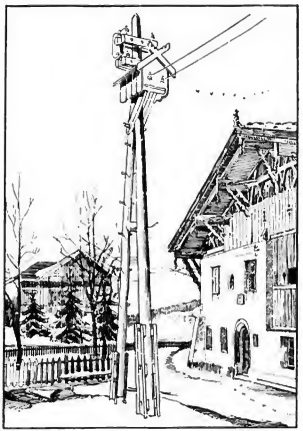


Fig. 736.
Gegenvorschlag zu Fig. 735.

Fig. 737. Transformatorenunterwerk einer Straßenbahn mit Wartehalle.

Fig. 738. Transformatorenhäuschen an der Dorfstraße.

leicht ist es aber doch geboten, den wirkenden Gegenkräften, die den Ingenieurwerken schon so manches Hemmnis bereitet haben, beizeiten entgegenzuarbeiten. Die Elektrizitätsindustrie ist hierbei besonders interessiert. Sie sollte der Anschauung entgegentreten, daß die Ausnutzung der Wasserkräfte, die Umsetzung der Energie, die Stromleitung usw. gleichbedeutend wäre mit der Beraubung der Natur und mit Verunstaltungen des Landschaftsbildes. Wenn jetzt von einer Wasserfassung, von einem Stauwerk oder irgendeinem Projekt der Kraftgewinnung die Rede ist, so verbindet sich damit sofort der Begriff des Unschönen, der »Verunstaltung der Gegend«. Nur keine Wasserkraftanlage, kein Elektrizitätswerk, keine Bergbahn zulassen! Diese Bewegung wird an Bedeutung und Einfluß immer mehr zunehmen. Ihrem schädigenden Einfluß auf die Entwicklung der Ingenieurtätigkeit begegnet man am besten, wenn man sich der Bewegung — anschließt.

Die leitenden Ingenieure müssen beweisen, daß ihre Arbeit draußen in der Landschaft nicht nur keine Beeinträchtigung der Natur, sondern vielmehr eine Bereicherung des Bildes bedeutet. Sie müssen es dahin bringen, daß man ihrer Tätigkeit überall mit Interesse folgt; im Kleinen und im Großen. Dem Auge des Wanderers muß auch das kleinste Bauwerk draußen wohltuend auffallen. Ausnahmen, unvermeidliche, wird

Fig 739. Transformatorenhäuschen auf städtischem Grundstück.

Fig. 740. Transformatorenhäuschen auf städtischem Grundstück.

es gewiß geben. Es ist auch nicht nötig, daß überall Kunstwerke geschaffen werden. Das wäre sogar ganz unerwünscht. Aber es kann doch jede Störung so behandelt werden, daß man eine gewisse Rücksicht auf die Umgebung, auf das Alte, auf gewohnte Bauweisen wahrnimmt. Der Wille genügt oft schon. Wenn das nach Fig. 732 ausgeführte Transformatorenunterwerk nach Fig. 733 oder Fig. 734 ausgeführt worden wäre, so würde der Freund der Berglandschaft wenigstens einige Beziehungen zur bodenständigen Bauweise herausfinden. Den Leitungsmast vor dem Bauernhaus hätte man vermutlich auch in Holz, etwa nach Fig. 736, herstellen können. Meist ist nur notwendig, auf das »Neben-

Fig. 741. Einfaches Transformatorenhäuschen.

sächliche« etwas mehr Sorgfalt zu verwenden. Die Elektrizitätsindustrie hat begonnen, für die Formgebung ihrer Fabrikate, Maschinen und Apparate besondere Kräfte heranzuziehen. Das kann man in gleichem Maße nicht für die vielen verschiedenen Bauwerke, die draußen unter immer wieder sich ändernden Verhältnissen hergestellt werden müssen. Aber es würde sich doch auch hier etwas Ähnliches erreichen lassen, wenn für häufiger wiederkehrende Bedürfnisse Beispiele aufgestellt würden. So könnten sehr wohl unter Anpassung an verschiedene Landschaften (Baustellen, Baustoffe etc.) Formen für Leitungsträger, Transformatorenunterwerke und selbst für Kraftwerke aufgestellt werden. Das ist für andere Gebiete (Schulen, Gerichtsgebäude etc.) durchgeführt worden und hat vielfach zu reizvollen Ausführungen Anregung gegeben.

Und mit dieser Arbeit müßte im Kleinen begonnen werden. An den kleinen Bauwerken, die in großer Zahl erstellt werden, könnte der Formensinn der zahlreichen Hilfskräfte geweckt werden. Die Bearbeitung einzelner großer Aufgaben durch geschulte Architekten allein kann keine Wandlung bringen. Die größeren Elektrizitätsfirmen sollten mit den häufiger wiederkehrenden Programmen einige Wettbewerbe (z. B. für Transformatorenunterwerke) ausschreiben oder sich dieserhalb an einen Architektenverein wenden; sie könnten sich auch mit einem Architekten in Verbindung halten, der ihr ständiger Berater bleibt. Ist erst einmal eine Reihe guter Ausführungen geschaffen, so werden diese vorbildlich wirken. — Die Fig. 737 bis 740 geben kleine Transformatorenhäuschen des Elektrizitätswerkes Chur von der Hand eines Architekten entworfen, die in ihren einfachen Linien unter Anpassung an andere Baustellen auch von den bauausführenden Ingenieuren könnten bearbeitet werden. Aber sie müssen erst einmal als Vorbilder von geübter Hand erstellt oder doch gezeichnet sein. Ich bezeichne als Ziel, daß die

Fig. 742. Transformatorenhäuschen in unschönen Formen.

bauausführenden Ingenieure selbst soviel Formensinn und Konstruktionsgewandtheit erwerben, daß sie nicht in jedem einzelnen Fall erst sich an einen Architekten wenden müssen. Und das kann erreicht werden. Die kleineren Aufgaben — im vorliegenden Fall sind es zugleich die wichtigsten — sind gewöhnlich so einfach zu lösen, daß es nur einer Reihe guter Vorbilder in der Hand des Ingenieurs und fortdauernder Hinweise auf gute Lösungen bedarf, um uns vor den gröbsten Verunstaltungen zu sichern.

Jedenfalls ist kein »Studium historischer Stile« notwendig, um zu erkennen, daß eine Ausführung nach Fig. 741 schöner, einfacher und zugleich billiger ist, als eine solche nach Fig. 742. Die Beschaffung guter Vorbilder würde aber auch an vielen Stellen eine Reduktion der Baukosten herbeiführen. Denn die Anpassung an die Eigentümlichkeiten der Bauweise in den einzelnen Ländern, die Übung, mit bescheidenen Mitteln zu bauen, bringt sehr häufig Ersparnisse. Wegfall z. B. von besonderen Einfassungen an Thüren und Fenstern, von Giebeln und Aufbauten bringt mit der Ersparnis an Kosten gleichzeitig auch eine Verbesserung der Form.

Man vergleiche mit der Ausführung nach Fig. 743 den Gegenvorschlag nach Fig. 744 (die Perspektive ist hier versehentlich als Spiegelbild wiedergegeben).

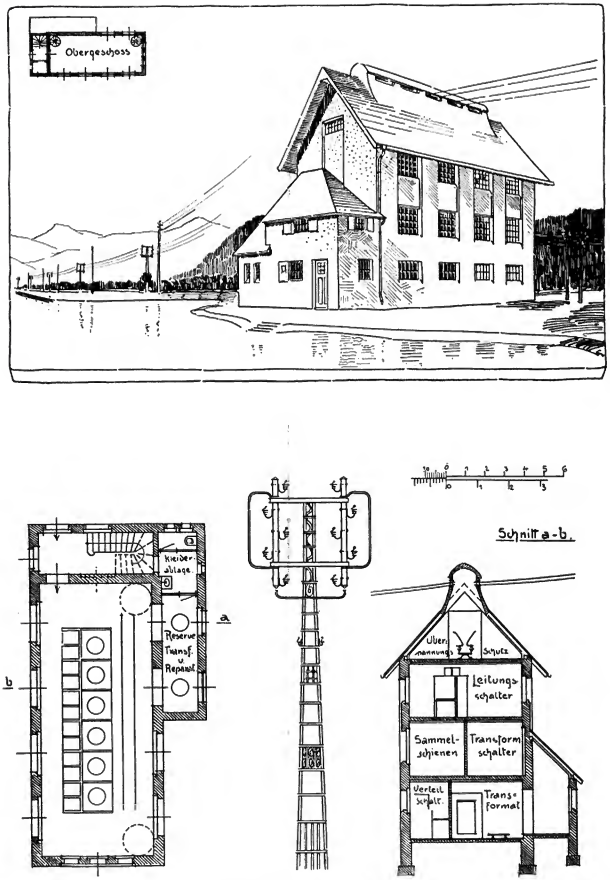


Fig. 744. Gegenvorschlag zu Fig. 743.

Fig. 743. Unschönes Transformatorenunterwerk in der Berglandschaft.

Fig. 745. Unschönes Transformatorenunterwerk.

Fig. 746. Gegenvorschlag zu Fig. 743.

Auch aus der Gegenüberstellung von Fig. 745 und Fig. 746 ist zu entnehmen, daß die gefälligere Form die billigere Ausführung sichert.

Es ist eine große Arbeit, die hier im Sinne der Heimatschutzbewegung zu leisten ist.

Die Zeit drängt.

Die Schutzvorrichtungen an den Triebwagen der städtischen Straßenbahn in Dresden.

In deutschen Straßenbahnkreisen war bis vor kurzem noch die Meinung vertreten, daß die vor den Rädern teils pflugartig, teils gerade angeordneten Räumer einen ausreichenden Schutz für die vor den Wagen zu Fall gekommenen Personen bilden. Dessen ungeachtet war der Rat der Stadt Dresden schon im Jahre 1902 bemüht, durch Erlaß eines Preisausschreibens zur Klärung dieser wichtigen Frage beizutragen. Den Anlaß hierzu gaben die mehrfach vorgekommenen entsetzlichen Verstümmelungen angefahrener Personen durch den Bahnräumer.

Wie leicht vorauszusehen, war der größte Teil der auf Grund des Preisausschreibens eingegangenen Vorschläge nur wenig der Eigenart des Straßenbahnbetriebes angepaßt und, obwohl sich hierunter zum Teil sehr gewissenhafte Arbeiten befanden, so konnten vom Preisgericht nur sieben Vorrichtungen zu dem vorgeschriebenen sechsmonatlichen Probebetrieb vorgeschlagen werden. Aus diesem Probebetriebe gingen folgende drei Vorrichtungen mit Preisen hervor:

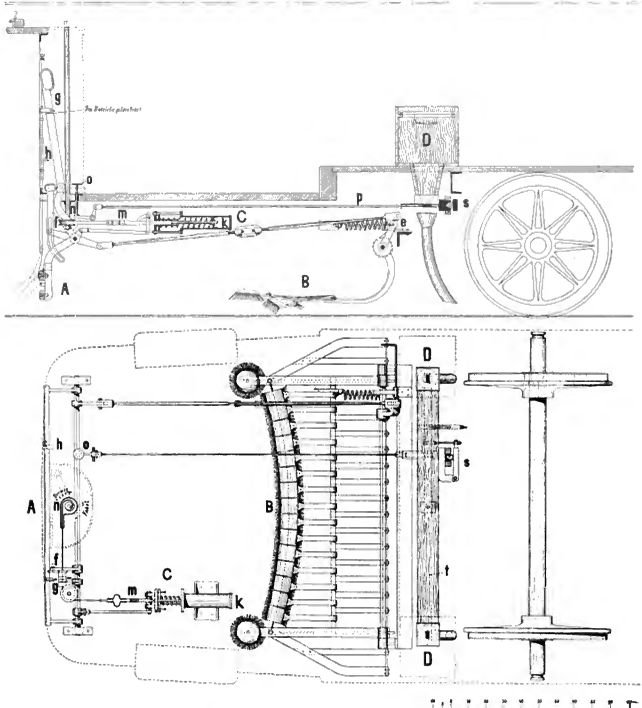
1. Eine Umschaltung von Fahrt auf Bremse durch Tastergitter auslösbar, von A. Nehren und Pfoser, Achern, mit dem Kennwort »Erprobt«.

2. Ein durch Tastgitter auslösbares Fangnetz mit Kettenabschluß, von Bruno Helbig, mit dem Kennwort »Notwehr«.

3. Eine Sandstreuvorrichtung, die durch Bremsstrom ausgelöst wird, von Ingenieur Mertens, Blasewitz, mit dem Kennwort »Die sicher wirkende Bremse ist die beste Schutzvorrichtung«.

Da aber nach Ansicht des Preisgerichtes keine dieser drei Vorrichtungen für sich allein einen ausreichenden Schutz für gefährdete Personen bietet, so wurden alle drei Vorrichtungen vereinigt und entsprechend der in der Fig. 747 dargestellten Ausführung nach Einbau in 20 Wagen in Betrieb gestellt.

Obwohl aus dieser Abbildung die Hauptteile und ihre Wirkungsweise leicht erkennbar sind, so sollen dennoch im Nachstehenden noch einige Erläuterungen über die einzelnen Vorrichtungen gegeben werden.



A = Taster zur Betätigung der Schutzvorrichtung. *B* = Fangnetz. *C* = Umschaltvorrichtung von Fahrt auf Bremse. *D* = Sandstreuvorrichtung.

Fig. 747. Schutzvorrichtung für die Triebwagen der städtischen Straßenbahn in Dresden. (Maßstab 1 : 20.)

Zu 1. Die Umschaltung von Fahrt auf Bremse wird dadurch bewirkt, daß die Schaltwalze nach Auslösung der an der Verlängerung der Kolbenstange *m* des Luftpuffers *k* befindlichen Sperrklinke durch die Druckfeder, deren Wirkung durch ein Stahlband auf die Schaltwalze übertragen wird, aus jeder Stellung auf den letzten Bremskontakt gestellt wird. Zu diesem Zwecke ist die Achse der Schaltwalze nach unten verlängert und hier mit einer geränderten Scheibe im Gehäuse *n* versehen. Auf diese Scheibe ist das Stahlband derart aufgelegt, daß es der Drehrichtung der Walze leicht folgen kann. Der Luftpuffer hat nur den Zweck, die Federwirkung im letzten Teil ihrer Bewegung zu dämpfen.

Zu 2. Das Fangnetz »B« unterscheidet sich von den bereits vielfach ausgeführten ähnlichen Einrichtungen nur dadurch, daß an Stelle des elastischen Abschlusses am Vorderteil des Fangnetzes *B* eine lockere Kette angeordnet ist, über welche Holzglieder gestreift sind. Letztere sind mit Borsten besetzt um das Zurückprallen der Kette beim Auftreffen auf das Pflaster zu ver-

hüten und eine bessere Abdichtung der Straßenunebenheiten zu erzielen. Dieser Kettenabschluß besitzt vor anderen Abschlüssen den Vorzug größerer Widerstandsfähigkeit gegen Betriebsbeanspruchungen und Witterungseinflüsse.

Zu 3. Die Sandbehälter sind unter den Sitzbänken angeordnet und haben Schieberverschlüsse, die für je zwei Sandbehälter gemeinsam durch die Schiene »f« betätigt werden. An diese Schiene greift sowohl die Zugkraft des Elektromagneten »S«, der durch den Bremsstrom betätigt wird, wie auch das Gestänge für den Fußbetrieb. Bei den Verschlüssen ist die Anordnung getroffen worden, daß bei Gefahrbremsung die ganze Ausflußöffnung, dagegen bei Fußbetrieb nur die halbe Ausflußöffnung der Sandkästen geöffnet wird, um die Sandmenge möglichst proportional der Geschwindigkeit zu regeln.

Beim Anstoß eines gefährdeten Körpers an den Taster werden nun alle drei Vorrichungen zugleich ausgelöst. Mit dieser Anordnung wird somit erreicht, daß unabhängig vom Führer der Fahrschalter von der Fahr- oder Nullstellung auf Bremse gestellt, die Sandstreuvorrichtung in Tätigkeit gesetzt und gleichzeitig das Fangnetz niedergelegt wird.

Um aber auch in Fällen, in welchen der Führer die Gefährdung eines Passanten schon vor dem Anstoß erkennt, die Vorrichtung in Wirksamkeit setzen zu können, ist links vom Fahrschalter der Handgriff »g« angeordnet, der lediglich nur abgezogen zu werden braucht, um die Vorrichtung auszulösen. Dem Mißbrauch dieser Einrichtung wird durch Plombierung des Handgriffes »g«, wie dies bei den Staatsbahnen gebräuchlich ist, vorgebeugt.

Wenn die Vorrichtung nach der Auslösung wieder in Angriffstellung gebracht werden soll, so ist in erster Linie der Notausschalter oder Automat zu öffnen, dann die Sperrklinke »e« anzuheben, der Griff »f« in die Höhe zu ziehen und hiernach die Feder, die zur Betätigung der Fahrschalterwalze dient, dadurch anzuspannen, daß die Fahrkurbel auf »Vollstrom« gedreht wird. Nach Eingriff der Sperrklinke in die Rast der verlängerten Kolbenstange wird die Fahrkurbel wieder auf »0« gestellt.

Hierbei mag noch erwähnt werden, daß die Schwierigkeiten des Befahrens der Auflaufweichen, bei denen der Taster auf die Schienen auftreffen und die Vorrichtung zur Auslösung bringen würde, dadurch behoben wird, daß der Taster mittels des Fußtrittes »h« vom Führerstand aus nach vorn aufgeklappt werden kann.

In der ersten Zeit des Betriebes dieser 20 Wagen trat der Fall ein, daß die Vorrichtung aus nicht sicher festzustellenden Ursachen mehrfach zur Auslösung kam. Die Folge davon war, daß Personen im Innern des Wagens infolge der unerwarteten kräftigen Bremsung gefährdet wurden. Es wurde daher bei Ausrüstung weiterer 30 Wagen von dem Einbau der Umschaltung von Fahrt auf Bremse abgesehen und diese Ergänzung für später vorbehalten.

Die 50 Wagen sind nun durchschnittlich seit einem Jahre im Betriebe und ließen die vom Fahrpersonal eingegangenen Meldungen über deren Wirksamkeit bei Unfällen bisher ein befriedigendes Ergebnis erkennen. Die zuverlässige Wirkung bei allen derartigen Einrichtungen hängt hauptsächlich von der guten Wartung ab, die aber eine nicht unwesentliche Belastung der Betriebskosten im Gefolge hat.

Zur Kontrolle des sicheren Arbeitens der Vorrichtung ist das Fahrpersonal angewiesen, jeden Tag vor dem Ausrücken die Vorrichtung zur Auslösung zu bringen.

Bevor aber auf die Ausrüstung sämtlicher Triebwagen der städtischen Straßenbahn mit dieser Einrichtung zurückgekommen wird, soll noch das Ergebnis einer längeren Versuchszeit abgewartet werden.

Einstweilen wird aber im hiesigen Betriebe, durch Einbau der oben beschriebenen Sandstreuer die Bremswirkung erhöht, was in Verbindung mit einem tüchtigen, geschulten und aufmerksamen Fahrpersonal an sich schon eine Erhöhung der Betriebssicherheit im Gefolge hat. Denn durch das oben beschriebene Fangnetz und die Umschaltung von Fahrt auf Bremse kann zwar ein bereits erfolgter Unfall im gewissen Grade gemildert, dagegen durch eine gut wirkende Bremse und ein aufmerksames Fahrpersonal Unfälle verhütet werden.

Kleine Nachrichten.

Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft.

Die Revue de Mécanique vom Mai und Juni 1908 enthält eine ganz interessante Zusammenstellung einiger Zentrifugalpumpen, die zum Teil auf dem Artikel von Herrn M. A. Genart basiert, dessen Original »Emploi des pompes centrifuges à haute pression dans les mines« in der »Revue universelle des mines« vom November 1907 erschien.

Die **Penn Iron Mining Co., Vulcan, Mich.,** betreibt eine **Wasserhaltung,** die aus drei Einheiten besteht. Jede Einheit setzt sich zusammen aus zwei je 4stufigen Worthington-Zentrifugalpumpen, direkt gekuppelt mit einem 450 PS, 1200 Umdr. pro Min., 2200 Volt-Drehstrominduktionsmotor und fördert bei einer Saughöhe von 20 Fuß (6 m) und einer Druckhöhe von 1275 Fuß (382,5 m) ein Quantum von 500 bis 1250 gal/Min. (1,89 bis 4,73 cbm/Min.).

Bei einer mittleren Leistung von 900 gal/Min. (3,4 cbm/Min.) soll der mittlere Gesamtwirkungsgrad 66% betragen. Die Nickelstahlwelle trägt bronzene Laufräder, während die Leiträder und Stufenzwischenwände aus Gußeisen bestehen und das Pumpengehäuse selbst aus Gußstahl hergestellt ist.

Der Strom wird von einem Wasserkraftwerk bezogen, das etwa drei Meilen (5 km) von der Grube entfernt ist und eine 1500 und 2000 KW-Drehstromdynamo enthält, die von $4 \times 45''$ horizontalen Wasserturbinen direkt angetrieben werden. E. Eichel.

Wirtschaftliche Untersuchungen.

Zur Frage des Antriebes von Umkehrwalzenstrafsen. Herr Direktor H. Ortmann in Völklingen macht in der Zeitschrift »Stahl und Eisen« vom 22. April 1908 Angaben über den Dampfverbrauch einer Dampfumkehrwalzenstraße der Röchlingschen Eisen- und Stahlwerke, Völklingen, deren Antriebsmaschine eine Zwillingsverbundmaschine mit Kondensation ist, ausgerüstet mit Kieselbachschem Steuerventil zwischen Hochdruck- und Niederdruckzylinder, und zieht zwischen dem Dampfverbrauch einer derartigen modernen Dampfumkehrwalzenstraße und einer elektrisch angetriebenen Umkehrwalzenstraße einen Vergleich, wobei er für letztere die von Riecke über die Umkehrwalzenstraßen in Trzynietz mitgeteilten Zahlen dem Vergleich zugrunde legt.

In Nr. 18 der gleichen Zeitschrift beschreibt Herr Dr.-Ing. Karl Wendt das elektrisch angetriebene Umkehrwalzwerk der Georgsmarienhütte und teilt die an dieser Anlage gemessenen Arbeitsverbrauchszahlen mit.

Die beiden Aufsätze geben sehr bemerkenswerte Vergleichszahlen und wichtige Beiträge zur Frage der vorteilhaftesten Antriebsform von Umkehrwalzenstraßen.

Fig. 748. Inneres des Walzwerkes mit dem Führerstand zur Bedienung der Umkehrwalzenstraße.

Eine kurze Gegenüberstellung beider Aufsätze ist schon deswegen von Interesse, weil die Ergebnisse, zu denen die Verfasser kommen, entgegengesetzt sind. Herr Direktor Ortmann gelangt zu dem Schluß, daß der elektrische Antrieb bei Umkehrwalzenstraßen vom wirtschaftlichen Standpunkt aus nicht berechtigt ist. Herr Dr.-Ing. Wendt kommt zwar nicht unmittelbar zum entgegengesetzten Schluß, doch führt er viele wesentliche Vorteile des elektrischen Antriebes sowie Verbrauchszahlen an, die Direktor Ortmann bei Abfassung seiner Abhandlung noch unbekannt waren und nennenswert unter den von ihm für elektrischen Antrieb gerechneten Zahlen liegen.

Bevor die in beiden Abhandlungen gegebenen Vergleiche wiedergegeben und gegenübergestellt werden, seien an Hand der Beschreibung der elektrischen Umkehrstraße der Georgsmarienhütte die wichtigsten Einzelheiten dieser Anlage angegeben, da wir hier eine Anlage vor uns haben, die, sowohl was die Größe der verwandten Motoren als auch die Art ihrer Beanspruchung angeht, wohl die bedeutendste und eigenartigste elektromotorische Anlage ist, die gegenwärtig in Deutschland in Betrieb ist.

Das Walzwerk ist ursprünglich bestimmt gewesen, Blöcke von 450 × 500 mm Querschnitt und 2500 kg mittlerem Gewicht bis auf einen geringsten Querschnitt von 100 mm Durchm. auszuwalzen, doch ist das Blockgewicht später bis auf rd. 5 t erhöht, ohne daß sich Anstände an irgendeinem Teil der Anlage ergeben hätten. Fig. 748 zeigt das Walzwerk nebst dem erhöht angebrachten Führerstand, von dem aus die Bedienung erfolgt, auf dem also der Steuerapparat nebst Steuerhebel, die Umschaltevorrichtung, die für die Bedienung erforderlichen Instrumente usw. angebracht sind. Angetrieben wird das Walzwerk durch einen Doppelmotor, einen Gleichstrommebenschlußmotor, der in Fig. 749 dargestellt ist. Das größte Drehmoment, das der Motor auszuüben vermag, beträgt etwa 85 000 mkg bei einer Drehzahl von normal 60 p. Min., was einer Leistung an der Motorwelle von etwa 7000 PS entspricht. Vorübergehend

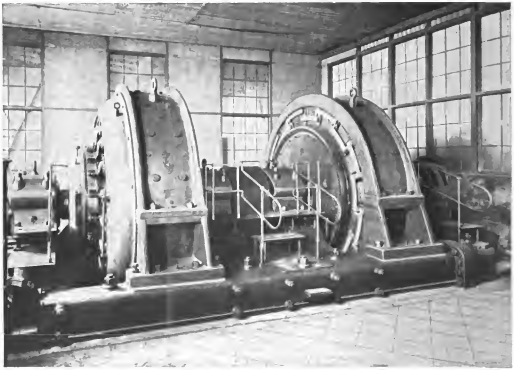


Fig. 749. Doppelmotor zum Antrieb der Umkehrwalzenstraße

sind Überlastungen bis zu 10000 PS und mehr ohne weiteres zulässig.

Fig. 750 zeigt den Schwungradumformer, bestehend aus vier gleichartigen Gleichstromdynamos und einem Schwungrad von 35 t Gewicht. Die Drehzahl dieses Umformers beträgt im Höchstfalle 450 pro Min. Für gewöhnlich arbeitet eine der Dynamos als Motor und vermag dabei dauernd etwa 1300 PSe zu leisten, während die drei anderen in Hintereinanderschaltung als Steuerdynamos die zum Betriebe des grossen Doppelmotors erforderliche Arbeit liefern und zusammen eine Spannung von 1500 Volt geben. Die Belastung des Umformermotors wird selbsttätig auf der dem mittleren Arbeitsverbrauch des Walzwerkes entsprechenden Höhe mit Hilfe eines Stromrelais gehalten, das in der Motorzuleitung liegt und in Verbindung mit einem in der Feldwicklung des Motors liegenden Widerstand bewirkt, daß die Drehzahl des Schwungradumformers so geregelt wird, daß die Schwungmassen in richtiger Weise zur Arbeitsaufnahme bzw. Arbeitsabgabe herangezogen werden. Dieser Forderung entspricht ein größter Abfall der Drehzahl von etwa 20%.

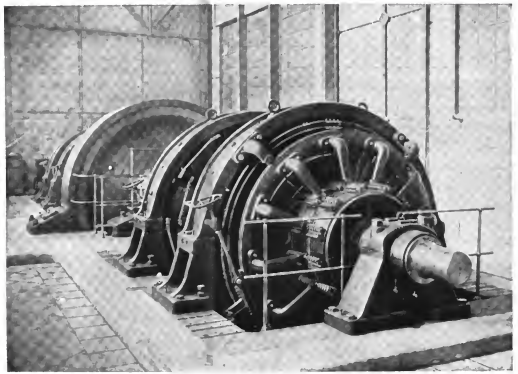


Fig. 750. Schwungradumformer.

Die Eigenart des Betriebes eines schweren Umkehrwalzwerkes erfordert vor allen Dingen eine leichte Umsteuerbarkeit des Walzwerkes, also zunächst des antreibenden Doppelmotors. Um nun die Selbstinduktion der Feldwicklung der Steuerdynamos, die einer raschen Umsteuerung dieses Motors entgegenwirkt, mit ihrer schädlichen Wirkung möglichst zu beseitigen, ist eine besondere Anordnung getroffen, durch die bewirkt wird, daß die Steuerdynamos fast augenblicklich die jeweils gewünschte Spannung, der Stellung des Steuerhebels entsprechend, erreichen. Mit Hilfe dieser Vorrichtung ist es möglich geworden, 28 volle Umsteuerungen in einer Minute mit der unbelasteten Blockstraße auszuführen, was über das erforderliche Maß weit hinausgeht.

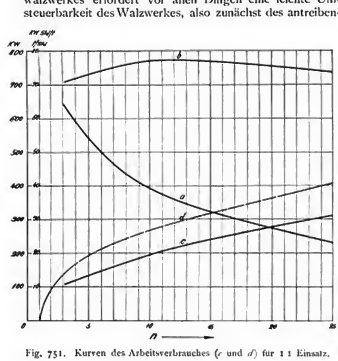


Fig. 751. Kurven des Arbeitsverbrauches (*c* und *d*) für 1 t Einsatz.

In dankenswerter Weise hat die Werksleitung der Georgsmarienhütte die im vorstehenden kurz beschriebene Straße zur Anstellung sehr eingehender Versuche zwecks Feststellung des Arbeitsverbrauches benutzt. Von jedem Block wurden dabei das Gewicht sowie die Anfangs- und Endabmessungen festgestellt. Ferner wurde nach jedem Stich die Verlängerung des Walzgutes ermittelt. Die Temperatur der Blöcke wurde mit Hilfe eines Wanner-Pyrometers nach jedem zweiten Stich bestimmt. Das Blockgewicht betrug bei den Versuchen 2200 bis 2675 kg. Der quadratische Anfangsquerschnitt der sich verjüngenden Blöcke belief sich auf 500 mm Seitenlänge am unteren und etwa 450 mm Seitenlänge am oberen Ende. Die quadratischen Querschnitte, auf die ausgewalzt wurde, bewegten sich zwischen 270 mm und 100 mm Seitenlänge entsprechend einer 3 bis 21,8 fachen Verlängerung. Die wichtigsten Ergebnisse der Versuche sind in den in Fig. 751 gegebenen Kurven zusammengefaßt, von denen die wichtigsten die Kurven c und d sind. Während letztere den bei der Berechnung der Anlage zugrunde gelegten Arbeitsverbrauch für 1 t Einsatz darstellt, für deren Bestimmung die von Herrn Direktor Köttgen auf der Gutehoffnungshütte angestellten, häufig erwähnten Versuche zugrunde gelegt sind, zeigt die Kurve c den auf Georgsmarienhütte durch die Versuche festgestellten spezifischen Arbeitsverbrauch. Der verhältnismäßig große Unterschied zwischen den Kurven c und d ist in der Hauptsache

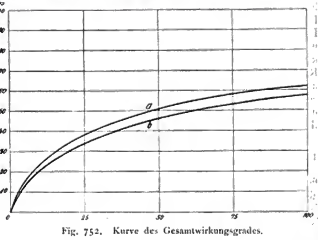


Fig. 752. Kurve des Gesamtwirkungsgrades.

dadurch zu erklären, daß bei der unter Zugrundelegung der Köttgenschen Versuche erfolgten Bestimmung der Kurve d ein Wirkungsgrad von 40% zwischen der nutzbaren Walzarbeit und den Klemmen des Umformermotors angenommen war, während sich hierfür auf der Anlage der Georgsmarienhütte bei voller Produktion ein Wert von etwa 60% ergeben hat. Die Kurve für den Gesamtwirkungsgrad zwischen nutzbarer Walzarbeit und den Klemmen des Umformermotors zeigt Fig. 752, wobei Kurve a die günstigste und Kurve b die ungünstigste der bei den Versuchen gefundenen Werte wiedergibt. Die Kurven zeigen, daß noch bei halber Produktion der Wirkungsgrad rd. 50% ist, während er früher bei voller Produktion zu nur 40% angenommen war. Hierdurch erklären sich auch zum großen Teil die im Vergleich zu den früheren, auch von Köttgen angestellten Berechnungen so günstigen Ergebnisse der in Rede stehenden Anlage der Georgsmarienhütte.

Was nun diesen Ergebnissen gegenüber die oben erwähnten Ausführungen von Herrn Direktor Ortmann angeht, so ist darüber kurz folgendes zu sagen:

Zunächst muß hervorgehoben werden, daß zwei Umkehrwalzenstraßen hinsichtlich ihres Dampf- oder Arbeitsverbrauches überhaupt nur dann verglichen werden können, wenn auch die effektiven Walzarbeiten festgestellt sind, die, wie auf der Gutehoffnungshütte durch Indizierung der Antriebsdampfmaschine nachgewiesen ist, bei gleicher Verlängerung und gleichem Material stark voneinander abweichen können. Temperatur des Blockes, Beschaffenheit des Eisens usw. spielen eine große Rolle. Da Herr Direktor Ortmann die Antriebsmaschine der von ihm untersuchten Dampfumkehrstraße nicht indiziert hat und auf die effektiven Walzarbeiten kein Bezug nimmt, so können die von ihm aufgeführten Dampfverbrauchszahlen auch nur ein mehr oder weniger unsicheres Bild geben. Immerhin gestatten auch sie schon einige bemerkenswerte Schlüsse, verglichen mit den Zahlen auf Georgsmarienhütte.

Bei der von Ortmann untersuchten Dampfumkehrstraße ergab sich der Dampfverbrauch bei 8,094facher Verlängerung des Walzgutes zu 178,06 kg/t, bei 11,901facher Verlängerung zu 216,77 kg/t, bei 17,849facher Verlängerung zu 277,2 kg/t. Als Vergleichswert bei elektrischem Antrieb führt er 30,6 KW.St./t bei 12,75facher Verlängerung an, entsprechend den Angaben von Rieeke. Diese Zahl ist im Vergleich zu den auf Georgsmarienhütte gefundenen Zahlen hoch. Nach den hier angestellten Messungen würden obigen Zahlen etwa folgende gegenüberzustellen sein. Bei 8facher Verlängerung 17 KW.St./t, bei 11,9facher Verlängerung 22 KW.St./t und bei 17,85facher Verlängerung 26 KW.St./t. Da die elektrische Arbeit auf dieser Anlage in einem Gasmaschinenkraftwerk erzeugt wird, so konnte ein bestimmter Dampfverbrauch bei den Versuchen nicht festgestellt werden. Macht man hier, um einen Vergleich zu erhalten, eine Annahme und nimmt unter Voraussetzung eines großen Turbinenkraftwerkes etwa 7,5 kg/KW.St. Dampfverbrauch an, so ergeben sich Zahlen, die nicht unwesentlich niedriger als die von Direktor Ortmann angeführten sind und auch von ganz neuen Umkehrstraßen wohl kaum erreicht werden.

Wichtiger aber als die Anstellung eines Vergleiches der Dampfverbrauchszahlen ist die Beantwortung der Fragen: wie stellt sich der Arbeitsverbrauch in den großen Pausen, hauptsächlich bei schwacher Konjunktur, und wie stellt sich der Verbrauch an Brennmaterial?

Es läßt sich, was bei schwacher Konjunktur besonders wichtig ist, fast stets der Betrieb so einrichten, daß die Chargen flott durchgewalzt werden, und daß dann bei elektrischem Antrieb der Ilgner-Umformer ganz abgestellt wird, die Anlage also überhaupt keine Arbeit verbraucht, während bei Dampfantrieb die Umkehrstraße und die Rohrleitungen ständig unter Dampf gehalten werden müssen, also auch in den Betriebspausen viel Energie verbrauchen. Um diesen Verlust richtig zu berücksichtigen, muß unter Annahme verschiedener Jahresproduktionen der gesamte jährliche Arbeits- bzw. Brennmaterialverbrauch bestimmt werden und nicht allein der spezifische Verbrauch an Dampf pro Tonne gewalztes Material.

Wie wichtig ferner die Frage nach dem Verbrauch an Brennmaterial anstatt nach dem Dampfverbrauch ist, erhellt aus folgendem: Direktor Ortmann führt an, daß zum Betrieb seiner Dampfumkehrstraße, die jedenfalls nicht größer als die Straße der Georgsmarienhütte ist, eine Kesselanlage von 730 qm verwendet wird. Auf der Anlage Georgsmarienhütte ist der größte Stromverbrauch des Ilgnermotors zu 1400 bis 1600 Amp. bei 500 Volt gefunden, der Energieverbrauch beträgt also etwa 700 bis 800 KW. Bei Anschluß an ein Dampfkraftwerk mit einem Dampfverbrauch von 7,5 kg/KW.St. würden also bei höchster Inanspruchnahme der Anlage 6000 kg Dampf stündlich zu erzeugen sein, wozu eine Kesselanlage von 300 qm gut ausreicht. Der Unterschied zwischen den in beiden Fällen in Frage kommenden Kesseloberflächen und demnach auch den benötigten Mengen Brennmaterial ist also bedeutend größer, als dem Unterschied zwischen den spezifischen Dampfverbrauchszahlen entspricht.

Besonders wichtig dürfte endlich folgender Gesichtspunkt sein. Die in den Hochofengasen vorhandene Energie wird am häufigsten und am vorteilhaftesten in einem Gasmaschinenkraftwerk unter Umsetzung in elektrische Energie nutzbar gemacht. Da eine Umkehrstraße nicht durch einen Gasmotor angetrieben werden kann, so ist in der Regel die Frage so zu stellen: Soll sie elektrisch angetrieben und dann mit an das Gasmaschinenkraftwerk angeschlossen werden, oder soll sie Dampfantrieb und eine eigene große Kesselanlage erhalten? Für beide Fälle sind die gesamten jährlichen Betriebskosten aufzustellen, und diese dürften für den ersten Fall weitaus am niedrigsten ausfallen. Denn die Betriebskosten eines Gasmaschinenkraftwerkes, das etwa 2000000 KW.St. im Jahr erzeugt, werden durch Anschluß der Umkehrstraße mit einem Jahresverbrauch von etwa 1000000 KW.St. nur vielleicht um etwa M. 10000,— erhöht, die Betriebskosten der Kesselanlage einer gleich großen Dampf-Umkehrstraße aber dürften ein Vielfaches davon betragen.

Neue Bücher.

Selbstkostenberechnung für Maschinenfabriken im Auftrage des Vereins Deutscher Maschinenbauanstalten bearbeitet von J. Bruinier. Verlag von Julius Springer, Berlin 1908. Preis M. 1.

Die Frage der Selbstkostenberechnung ist eine z. Z. viel erörterte. So hat z. B. im Jahre 1907 die »Gesellschaft für wirtschaftliche Ausbildung« ein Preisausschreiben veranstaltet, um die verschiedenen Verfahren der Selbstkostenberechnung zu sammeln und zu veröffentlichen; die Sammlung erstreckte sich hierbei auf die Verfahren aller technischen Betriebe. Nun hat im laufenden Jahre der Verein Deutscher Maschinenbauanstalten eine »Selbstkostenberechnung für Maschinenfabriken«, bearbeitet von J. Bruinier dem Buchhandel frei gegeben. Diese Selbstkostenberechnung ist gedacht für eine Maschinenfabrik und zwar mit etwa 100 Arbeitern.

Eine Selbstkostenberechnung kann nicht als solche, sondern nur in Verbindung mit den gegeben Verhältnissen richtig beurteilt werden; ein bestimmtes Verfahren kann in einem Falle äußerst praktisch, in einem andern aber völlig unangebracht sein. Die Gesellschaft für wirtschaftliche Ausbildung wird daher, wenn sie die Sammlung der verschiedenen Verfahren veröffentlicht, für eine detaillierte Gruppierung der Verfahren Sorge tragen müssen, da sonst kritische Vergleiche zwischen den einzelnen Verfahren nicht leicht, vielleicht nur dem Kenner möglich sind. Das von dem Verein Deutscher Maschinenbauanstalten veröffentlichte Verfahren ist von vornherein so präzisiert, daß es für sich beurteilt und mit anderen Verfahren für dieselben Verhältnisse verglichen werden kann.

Das gewählte Verfahren selbst ist in kurzer Darstellung klar entwickelt und zwar unter Vorführung aller in Frage kommenden Formulare. Da der Verein die gesamten Herstellungskosten übernommen hat, ist der Preis des Werkchens ein so billiger geworden, daß es wohl von jedem angeschafft werden wird, der sich für die Frage der Selbstkostenberechnung interessiert.

Der Verein hat sich laut Vorwort vorbehalten, später noch besondere Kalkulationsbeispiele für verschiedene Betriebszweige ausarbeiten zu lassen: diese Absicht gibt Veranlassung zu folgenden Bemerkungen. Die Literatur über die Selbstkostenberechnung ist in den letzten Jahren rasch gewachsen und wird in den kommenden Jahren sicherlich noch ganz erheblich an Umfang zunehmen. Hierbei kann es der Selbstkostenberechnung leicht ergehen, wie der Buchführung: bei letzterer ist das Wesen von vornherein nicht richtig erkannt worden und deshalb eine Flut von Rezepten und Reformvorschlägen gezeitigt worden; bei ihr ging man nicht von wissenschaftlicher Grundlage, sondern von mittelalterlicher Gelartheit aus. Die Selbstkostenberechnung muß sich daher in erster Linie eine gute und einwandfreie wissenschaftliche Grundlage schaffen: Sie muß unterscheiden zwischen der Rechnung und ihrem Wesen als solche einerseits und ihrer praktischen Durchführung anderseits. Die Lehre vom Wesen der Selbstkostenberechnung muß zunächst die rein mathematische Seite beleuchten, dann die Selbstkosten abgrenzen gegen andere Kosten, sie unterteilen, usw. Die Lehre von der praktischen Durchführung muß unterscheiden zwischen allgemein gültigen Grundsätzen, z. B. bezüglich der Technik des Formularwesens, und ganz speziellen Organisationsbeispielen. Diese Beispiele sind sicherlich von größter Bedeutung, aber sie setzen die Fähigkeit einer klaren Beurteilung voraus und werden mangels einer solchen leicht ohne Verständnis ihrer Vor- und Nachteile nachgeahmt. Sind schließlich in der Literatur zuviel Beispiele vertreten, dann kann es leicht vorkommen, daß der Ungeübte »den Wald vor Bäumen nicht mehr sieht«. Vielleicht ist es dem Verein Deutscher Maschinenbauanstalten möglich, bei seinen weiteren Veröffentlichungen auf dem Gebiete der Selbstkostenberechnung auf vorstehend skizzierte Gesichtspunkte Rücksicht zu nehmen. Er braucht deshalb noch nicht unter die »Theoretiker« zu gehen: es läßt sich schon viel erreichen, wenn die Beispiele der Selbstkostenberechnung nicht rein beschreibend, sondern mit kritischen Vergleichen dargestellt werden. Schulte.

Isarwerke, G. m. b. H., München. München 1908, Meisenbach, Riffarth & Co.

Das ist eine mit feinem Geschmack und viel Sorgfalt ausgestattete Darstellung, die nach dem Vorwort vor allem denen gewidmet ist, die an den Beziehungen der Isarwerke zur Industrie, zum Gewerbe und zur Landwirtschaft Anteil nehmen. Der Text ist sichtlich auf die »Erläuterungsberichte« der verschiedenen Projekte gestützt, wodurch leider sein Wert für den nach kritischer Darstellung verlangenden Fachmann etwas beeinträchtigt wird. Indessen handelt es sich ja nicht um eine für den engeren Kreis der Fachleute bestimmte Schrift.

Wilhelm Kübler.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

1. Ganze Kraftanlagen (Kraftwerke).

Turbogenerator Station in Seattle, Wash. (El. World, 20. Juni 1908, S. 1325.)* 11 000 KW-Dampfkraftwerk zur Stromlieferung für Licht-, Kraft- und Bahnbetrieb. Vorhanden sind ein 3000 KW und ein 8000 KW-Curtis-Drehstromgenerator der General Electric. Der Kesselraum enthält 14 Stück 466 PS-Stirlingwasserrohrkessel, die für Öl- und Kohlenfeuerung eingerichtet sind; gegewärtig wird Öl gefeuert. Die 10poligen Generatoren liefern Drehstrom von 13 800 Volt Spannung bei 60 Per./Sek.; Drehzahl dementsprechend 720 Umdr./Min. Da 50% Überlastung garantiert, kann das Kraftwerk bis zu 16 500 KW erzeugen. Die Turbinen arbeiten normal bei 12,3 Atm. Dampfdruck und 61° C Überhitzung. An Erregermaschinen sind vorhanden ein 120 KW-Gleichstromgenerator, Antrieb durch Drehstrommotor und zwei 40 KW-Gleichstromgeneratoren, der eine durch Drehstrommotor, der andere durch eine Dampfmaschine angetrieben. Ferner sind im Kraftwerk aufgestellt ein 500 KW-Umformermaschinensatz für 600 Volt Gleichstrom zur Stromlieferung für die Straßenbahn, zwei 100 KW-Transformatoren für sekundär 2300 Volt zur Deckung des Eigenbedarfes des Kraftwerkes und zwei wassergekühlte 500 KW für sekundär 2300 Volt zur Energieabgabe an eine in der Nähe gelegene Brauerei. An die beiden Unterwerke wird die Energie mit 13 500 Volt Spannung geliefert. Das eine Unterwerk, Union Street Station, enthält nach vollendetem Ausbau vier 1000 KW- und zwei 500 KW-Umformer für 125 und 250 Volt Gleichstrom, ferner drei 2000 KW-Transformatorensätze für primär 13 200 Volt Drehstrom, sekundär 2200 Volt Zweiphasenstrom, und zwei Akkumulatorenbatterien zu je 5440 KW.St., das zweite Unterwerk, North Seattle Substation, enthält jetzt einen 1000 KW-Umformer für 600 Volt Gleichstrom zur Speisung des Straßenbahnnetzes, und nach vollendetem Ausbau drei 1000 KW-Umformer, so-

wie drei 2000 KW-Transformatorensätze für primär 13200 Volt Drehstrom, sekundär 2200 Volt Zweiphasenstrom. Die gesamte elektrische Ausrüstung lieferte die General Electric Co.

2. Gewinnung der mechanischen Arbeit.

Über hydraulische Akkumulierungsanlagen bei Kraftwerken. Nach zwei Vorträgen in den Versammlungen der Fachgruppe der Maschineningenieure sowie der Fachgruppe der Bau- und Eisenbahningenieure von Ing. Artur Budau, Prof. an der K. K. Techn. Hochschule Wien. (Z. d. Österr. Arch. u. Ing., Nr. 11 und 12, 13. und 20. März 1908.) Bisher wurden bei der Projektierung von Wasserkraftwerken meistens zugrunde gelegt die sog. Mittelwässer, d. h. solche, die mindestens neun Monate im Jahre als Mindestmenge vorhanden sind, während für die anderen Monate eine thermodynamische Reserve vorgesehen wurde. Verfasser weist demgegenüber hin auf die Anlage von Jahresakkumulierungsanlagen durch Bau von Talsperren zweeks Zurückhaltung schädlicher, zerstörender Hochwässer. Die Entnahme des Gebrauchswassers aus Talsperren hat auch den weiteren Vorteil, daß Sinkstoffe und besonders der die Hauptabnutzung der Turbinenlaufräder verursachende Quarzsand nicht in jener Menge und Korngröße vorhanden sind wie in den Wässern der Flußläufe. Dieser letztere Vorteil spielt jedoch meistens gegenüber den Kosten für Wasserbauten eine verschwindend kleine Rolle. Größe des Belastungsfaktors, der bei einem 24stündigen Stromverbrauchsdiagramm für ein Beleuchtungskraftwerk zu 0,32 bis höchstens 0,4, bei Licht- und Kraftanlagen zu 0,4 bis 0,5 angegeben wird. Untersuchung der Frage, wie lange ein Stauweiher zur Aufnahme des Überschusses über den Tagesdurchschnitt wirtschaftlich ist.

Ermittlung des erforderlichen Inhalts eines Stauweihers aus dem Stromverbrauchsdiagramm. In je kürzeren Zwischenräumen und je gleichförmiger die Belastungsschwankungen in einer Anlage aufeinanderfolgen, desto kleiner kann der Stauweiher sein. Der Beckeninhalt muß um so größer sein, je kleiner unter sonst gleichen Umständen das verfügbare Gefälle ist. Ungünstiger Einfluß des Sinkens des Stauweiherspiegels bei kleinem Gefälle. Größere Kraftwerke mit kleinem Gefälle werden wirtschaftlich kaum mit Stauweihern versehen werden können, daher ist der Anschluß an natürliche Seen zu erstreben.

Kurze Besprechung der bayerischen Projekte: Achensee—Inn (400 m Gefälle), Isar—Walchensee—Kochelsee (26400 PS normal), Wirmsee—Isar (700 PS), Staffel- und Riegsee (1500 PS), Tegernsee—Schliersee—Mangfall—Inn (4500 PS und 19500 PS), Chiemsee—Simmsee—Inn (22000 PS und 7000 PS). In Österreich ist das Millstätterseeprojekt aufgestellt mit drei Kraftwerken von 50000 PS, 18000 PS und 5000 PS, ferner das Drauprojekt, nach dem in zwei Kraftwerken 30 bis 40000 PS zu erzielen sind.

Wenn die Anlage größerer Stauweiher unmöglich ist, ist der Bau künstlich gespeister Akkumulierungsanlagen in Erwägung zu ziehen. Diese beruhen darauf, daß zu Zeiten schwacher Stromabgabe durch einen Teil der Turbinen Pumpen angetrieben werden, welche Wasser in einen Hochdruckbehälter fördern. Aus diesem Behälter wird das Wasser in Perioden stärkster Stromentnahme zur Speisung von Hochdruckturbinen wieder entnommen.

The Stirling boiler in Iron and Steel Work Plants. By A. Lassell. (The Elect. Mag., Vol. IX, S. 333.) Ausführliche Besprechung des in England und Amerika weitverbreiteten Stirlingkessels, der neuerdings auch in Deutschland Eingang gefunden hat. Der Stirlingkessel besteht aus zwei oder mehreren querliegenden Oberkesseln und einem oder mehreren querliegenden Unter- oder Schlammkesseln, die durch fast senkrechte Rohrbündel miteinander in Verbindung stehen. Fast alle Verbindungsrohre sind an den Enden leicht gekrümmt, so daß sie in die Kessel stets radial eintreten. Diese Krümmung der Rohre wird als besonderer Vorteil hingestellt, da sich das Material infolgedessen ohne große Schwierigkeit ausdehnen und zusammenziehen kann. Während die Dampfräume aller Oberkessel durch geschweifte Überströmrohre miteinander in Verbindung stehen, sind die Wasserräume nur bei dem vorderen und mittleren Oberkessel miteinander verbunden. Das Speisewasser wird dem hinteren Oberkessel zugeführt und fällt durch das hintere Rohrbündel in den hinteren Unterkessel. In diesem scheiden sich alle schlammigen Bestandteile aus, die nach Bedarf abgeblasen werden. Setzen sich irgendwelche Verunreinigungen im hinteren Rohrbündel ab, so brennen sie doch nicht fest, da die Temperatur der Rauchgase hier im letzten Zuge schon zu gering ist. Diese Verunreinigungen können außen durch Kratzer und innen durch besondere durch Preßwasser betriebene Reinigungsapparate mit Kratzrollen (turbine deaner) beseitigt werden. Die vorderen Rohrbündel, die von den heißesten Rauchgasen bestrichen werden, bleiben immer verhältnismäßig rein.

Jeder der Ober- und Unterkessel, deren Durchmesser zwischen 90 cm und 120 cm liegt, ist auf der einen Seite durch ein Mannloch zugänglich. Der ganze Kessel steht unabhängig vom Mauerwerk auf einem Trägergerüst, so daß das Mauerwerk erforderlichenfalls entfernt werden kann, ohne den Kessel demontieren zu müssen. Die Unterkessel sind an den Rohrbündeln frei aufgehängt und stützen sich nicht auf das Mauerwerk, so daß sich der ganze Kessel frei ausdehnen oder zusammenziehen kann.

Kleinere Einheiten, wie sie meistens zur Ausnutzung der Abgase von Koksöfen erforderlich sind, werden mit zwei Ober- und einem Unterkessel ausgeführt und, falls mit stark absetzender Dampfentnahme zu rechnen ist, wie z. B. beim Zusammenarbeiten mit Dampfhämmern, Walzenstraßen usw., als Großwasserraumkessel ausgebildet. Meistens wird bei Gasfeuerung noch ein von der Seite zu bedienender Planrost vorgesehen, um im Notfall von Hand Kohlen verfeuern zu können.

Nachstehend einige Versuchsergebnisse eines Kessels, der mit den Abgasen von 47 Koksöfen von je 12,5 qm feuerbespülter Heizfläche gespeist wird.

Versuchsdauer		168 St.
Heizfläche des Kessels		387 qm
Heizfläche des Überhitzers		27,4 qm
Dampfdruck		11,1 Atm.
Dampftemperatur		247° C
Überhitzung		64° C
Temperatur des zugeführten Kesselspeisewassers	im Mittel	16,1° C
Temperatur der Gase beim Eintritt in die Feuerung	im Mittel	1222° C
Temperatur der abziehenden Rauchgase		260° C
Temperatur der Außenluft		10° C
Zugstärke		13 mm

Gesamtgewicht des zugeführten Speisewassers		968 000 kg
Gesamtgewicht d. verfeuerten Kohlen		630 000 kg
Stündlich verdampfte Wassermenge		5770 kg
Stündlich verfeuerte Kohlenmenge		3750 kg
Verdampfungsziffer		1,54

Bei einer anderen Anlage, wo der Kessel mit Unterschubfeuerung ausgerüstet ist, wurden folgende Werte festgestellt:

Versuchsdauer		6 St.
Heizfläche des Kessels		305 qm
Rostfläche des Kessels		5,6 qm
Rostfläche : Heizfläche		1 : 54
Brennstoff		Nußkohle
Heizwert		7200 WE
Feuchtigkeitsgehalt		3,97 %
Aschen- und Schlackengehalt		7,12 %
Zugstärke in mm Wassersäule		25 bis 43
Kohlensäuregehalt der Rauchgase		12 bis 14 %
Temperatur d. zugeführten Speisewassers	im Mittel	10° C
Temperatur der abziehenden Rauchgase	im Mittel	294° C
Temperatur der Luft im Kesselhaus		10° C
Dampfdruck		9,15 Atm. abs.
Dampftemperatur		179,8° C
Gesamtgewicht d. verfeuerten Kohlen		3840 kg
Gesamtgewicht des zugeführten Speisewassers		33400 kg
Stündlich verfeuerte Kohlenmenge		640 kg
Stündlich auf 1 qm Rostfläche verfeuerte Kohlenmenge		115 kg
Stündlich verdampfte Wassermenge		5567 kg
Verdampfungsziffer		8,69
Wirkungsgrad des Kessels		78,77 %
Anstrengung des Kessels		18,3 kg/qmSt.

Kürzlich sind für ein Stahlwerk in Schottland vier Stirlingkessel für Gasfeuerung in der bemerkenswerten Größe von je etwa 750 qm in Auftrag gegeben.

Stehende Großgasmaschine. (The Times Engineering Supplement, Nr. 174, 24. Juni 1908.) Im Werk der Castner-Kellner Alkali Co. Runcorn, England, ist kürzlich eine Gasmaschine von 1000 PS Leistung aufgestellt, welche die größte jemals ausgeführte stehende Gasmaschine sein soll. Es sind zwei Zylinder über jeder der vier Kurbeln angeordnet, um einen recht kleinen Ungleichförmigkeitsgrad zu unterschreiten. Alle Kolben, Ventile usw. arbeiten ohne Wasserkühlung lediglich mit Preßölschmierung. Die Maschine dient zum Antrieb einer Gleichstrommaschine.

Die Auswahl und der Ausbau alpiner Wasserkräfte zum Zweck des elektrischen Vollbahnbetriebes. Vortrag von Dr. Conrad. (E. u. M., Wien, 12. und 19. April 1908, S. 307 und 333.)* In erster Linie interessiert der durchschnittliche Wintertagesverbrauch eines Gebietes, dessen Bahnlinien und Wasserkräfte sich zu einer Betriebseinheit zusammenfassen lassen. Ermittlung der Gesamtarbeit pro t entlang der Bahnstrecke findet auf graphischem Wege statt. Die Bestimmung der Zahl der zu befördernden t beruht auf Schätzungen. Zur Bewältigung des Verkehrs im Jahre 1906 wären für die innerhalb des eigentlichen Alpengebietes gelegenen Strecken zusammen 140000 PS erforderlich gewesen. Die dreifache Menge ergibt die anschnliche Summe von 420000 Turbinenpferden, was einem Spitzenbedarf von 840000 PS oder einem Bedarf von 12 PS pro km entspricht, welcher schon einer Erschöpfung einzelner Gebiete der Alpen im Winter nahe käme. Also: Speicherwerke. Wenn das Wasser lediglich zu Kraftzwecken gespeichert wird, liegt die Grenze der Wirtschaftlichkeit bei einem Betriebspreis von etwa 1 h für die gespeicherte PS.St. Ist außer der Kraftgewinnung noch Hochwasserschutz oder Trinkwassergewinnung Hauptzweck des Speichers, so erhöht sich diese Zahl beträchtlich. Monatsspeicher, welche zum Ausgleich des Jahreszuflusses bestimmt sind, sind rd. 1000mal größer anzulegen als Stundenspeicher, welche zum Ausgleich der Tagesabgabe dienen. Bilgtser Speicher: Urftalsperre (Jahresfüllungszahl etwa 2,5) 11 h pro cbm Nutzraum. Teuerster Speicher: Reservoirstollen (Tagesfüllungszahl 4) K 30 pro cbm Nutzraum. Die Speichermächtigkeit natürlicher Seebecken leidet sehr unter der Besiedelung. Stauhöhen unbesiedelter Seen bis zu 30 m, solche besiedelter Seen 1 m. Zur Anlage von Bahnwerken eignen sich unbesiedelte Quellseen, weil hier der Bahnbetrieb nur in seltenen Fällen mit der Industrie in direkten Wettbewerb tritt. Ausführliche Bemerkungen über Druckstollenanlagen. Schlußbemerkung: Es liegt durchaus im allgemeinen Interesse, wenn bei der Konzessionierung neuer Werke von vornherein die Forderung aufgestellt wird, entweder das gesamte vorhandene Gefälle auszunutzen oder wenigstens den Ausbau des Gesamtgefälles für spätere Zeit technisch und rechtlich zu ermöglichen.

Recent Extensions of the Manchester Electrical Departments. (A New 6000 KW-Turboalternator). (Elect. Enging., 14. Mai, El. Review, 15. Mai.) Im Kraftwerk Stuart Street, Manchester, wurde kürzlich ein 6000 KW-Willans-Siemensturbogenerator dem Betriebe übergeben und sollen an Stelle zweier 4000 KW-Dampfmaschineneinheiten noch weitere vier Dampfturbinensätze zu 6000 KW aufgestellt werden. Die Turbogeneratoren sind von gleicher Bauart wie in den Wiener städtischen Elektrizitätswerken, die Parsonsdampfturbine leistet bei 1000 Umdr. pro Min. je 10000 PS und hat einen garantierten Dampfverbrauch von 7,2 kg/KW.St. bei Vollast, 14 Atm. Eintrittspannung und 60° C Überhitzung. Sie besitzen einen Gegenstrom-Oberflächenkondensator von Richardson, Westgarth & Co. mit 950 qm Kühlfläche, die Zirkulationspumpe ist mittels 250 PS, 420 Volt-Induktionsmotor mit 600 Umdr. pro Min. betrieben. Der Drehstromgenerator ist sechspolig bei 50 Perioden 6500 Volt und kann dauernd um 15 %, zwei Stunden um 25 % und 1/4 Stunde mit 50 % überlastet werden, wobei die Temperaturerhöhung 45° C beträgt. Der Wirkungsgrad ist bei cos φ = 0,85 und 7500 KW Belastung 95,9 %, bei 2500 KW 90,9 % und bei 1250 KW 83,7 %. Die Spannungserhöhung bei nicht induktiver Belastung ist 3,5 % zwischen Leerlauf und Vollast, bei cos φ = 0,85 ist sie 13,5 %. Der Generator ist mit einer patentierten künstlichen Luftkühlung versehen mittels Sirokkoventilators, angetrieben durch einen 23 PS-Gleichstrommotor und können pro Minute 2000 cbm Luft durchgeblasen werden.

A Large Gas Engine at Wrexham. (El. Review, 22. Mai 1908.)* Die Vereinigte Augsburger und Nürnberger Maschinenfabrik hat in den Brymbo Stahl- und Eisenwerk eine 900 PS-Gasmaschine aufgestellt, in direkter Kupplung mit einem 330 Volt, 42 Perioden Drehstromgenerator, welcher für die Werksmotoren Strom liefert. Die Gasmaschine ist eine doppelt-

wirkende Viertaktmaschine in Tandembauart; der Zylinderdurchmesser beträgt 75 cm, der Hub 90 cm. Das Kühlwasser wird mit 6½ Atm. Druck aus einem Behälter gepumpt, in welchem es aus einem Kühlteich rückgekühlt zurückfließt. Sämtliche Zylinderventile sind oben angeordnet, der Regulator betätigt eine Steuerwelle mit Exzenter. Die Zündung ist elektromagnetisch; das Anlassen geschieht mit 18 Atm. Druckluft, welche von zwei Kompressoren geliefert wird, deren einer mit Gasmaschine, der andere mit Elektromotor betrieben ist. Als Gas wird eine Mischung von 10% Koksofen- und 90% Hochofengas verwendet und sowohl die Luftmenge als Gasmenge veränderlich. Das Gas wird durch eine Theissen-Waschmaschine geleitet, welche 0,25 l Kühlwasser pro Minute und cbm Gas benötigt, während für die Zirkulationskühlwasserpumpen 1,75 bis 2 l Wasser nötig sind. Bei Außerbetriebsetzung des Hochofengebläses wird die Gasmaschine von einer besonderen Gasgeneratoranlage mit Generatorgas betrieben.

Dampfturbinen. Von W. H. Eyermann. (E. T. Z., 11, 18, 25 Juni und 2. Juli 1908, S. 591, 612, 632 und 649.)* Vortrag im Elektrotechn. Verein über die Arbeitsweise, die Theorie der in Deutschland gebauten Dampfturbinensysteme. Die gebräuchlichen Dampfturbinensysteme lassen sich folgendermaßen einteilen:

1. Einstufige Gleichdruckturbine: De Laval;
2. Mehrstufige Turbine mit Druckunterteilung:
   a) Gleichdruck: Rateau, Zoelly,
   b) Überdruck: Parsons;
3. Mehrstufige Turbine mit Geschwindigkeitsstufen: Gleichdruck: Allgem. Elektrizitätsgesellschaft, Elektra;
4. Kombinationen von Druck und Geschwindigkeitsstufen:
   Allgem. Elektrizitätsgesellschaft, Elektra.

Beschreibung der einzelnen Systeme: De Laval, Zoelly, Rateau, Allg. El. Ges., Elektra (Karlsruhe), Parsons, Melms & Pfenninger (München), Gebr. Sulzer, Westinghouse Elektr.-Gesellsch. (Berlin), Eyermann (gebaut von Maschinenbau-Akt.-Ges. vorm. Ph. Swiderski, Leipzig), Allg. Dampfturbinengesellschaft (Nürnberg), Maschinenbau-Akt.-Ges. Union (Essen).

Da die Güte der Kondensationsanlage für Dampfturbinen, die ja besonders die kleinen Drucke gut ausnutzt, sehr wichtig ist, hat sich die Technik des Kondensatorbaues erheblich vervollkommnet (93% Vakuum heute normal, 95% häufig erreicht). Die wesentlichen Mittel zur Erreichung eines hohen Vakuums sind außer der Verwendung genügend großer und wirksamer Kühlflächen: Vermeidung des Eintritts von Luft in den Kondensator (kurze Leitung zwischen Turbine und Kondensator mit wenigen sorgfältig gedichteten Flanschen), Abkühlung der Kondensatorluft und Verwendung rasch laufender Kondensatorpumpen. Olkosten der Dampfturbinen nur 0,5 bis 2%, der Kohlenkosten (bei Kolbenmaschinen 7 bis 15%). Eine Steigerung des Kesseldruckes bringt wenig Vorteil, dagegen ist eine Erhöhung der Überhitzungstemperatur bei den Systemen die mit hohen Anfangsdruckgefällen arbeiten, nützlich. Bezüglich des Dampfverbrauches ist die Dampfturbine der Kolbenmaschine bei mittleren Einheiten gleichwertig, bei großen überlegen. — Zur Beurteilung der verschiedenen Systeme wird ausgeführt: Geringe Stufenzahl bedingt große Dampfgeschwindigkeiten und damit große Arbeitsverluste in der Schaufelung, dafür aber einfachen und billigen Aufbau der Maschine. Sie wird daher für kleinere Leistungen und dort angewandt, wo der Dampfverbrauch nicht in erster Linie in Betracht kommt. Mehrere Druckstufen, bei denen für jedes Laufrad eine besondere Kammer angeordnet ist, ergeben einen etwas komplizierten Aufbau, gestatten aber partielle Beaufschlagung der Hochdruckräder, Anwendung des Gleichdruckprinzips und daher große Spielräume zwischen laufenden und festen Teilen. Es läßt sich bei dieser Bauart für mittlere und große Turbinen ein wirtschaftlicher Wirkungsgrad erzielen. Die volle Beaufschlagung aller Schaufelkränze bedingt eine große Stufen- und Schaufelzahl und große Länge der Turbine, aber bei Anwendung der Trommel als Schaufelträger einen einfachen Aufbau des Gehäuses. Die Spielräume der Schaufelung müssen wegen der Undichtheitsverluste an den Hochdruckkränzen klein sein. Die kombinierten Systeme, die für den hohen Druck partielle Beaufschlagung (Gleichdruck, Geschwindigkeitsstufen), für den niederen Druck volle Beaufschlagung (Gleich- oder Überdruck) anwenden, können guten Wirkungsgrad mit einfacher, billiger und betriebssicherer Konstruktion vereinigen.

Kondensationsanlagen in Elektrizitätswerken. (E. T. Z., 4. April 1908.) Mit der Einführung der Dampfturbine haben die Kondensationsanlagen an Bedeutung gewonnen. Bei Kolbendampfmaschinen ist die Wirtschaftlichkeit in der Hauptsache abhängig von der Steuerung und der dadurch bedingten Ausnutzung der Dampfexpansion in den höheren Druckstufen sowie von der Vermeidung der Kondensationsverluste in der Maschine selbst. Die Höhe der durch die Kondensation des Abdampfes erzeugten Luftleere ist von geringerem Einfluß, sobald nur eine Luftleere von mindestens 80 bis 85% erreicht wird. Die Dampfturbine dagegen arbeitet besonders in den unteren Druckstufen wirtschaftlich und gestattet eine Expansion des Dampfes bis auf das 140fache (bei Kolbenmaschinen höchstens das 18fache). Eine Verbesserung der Luftleere im Kondensator hat deshalb einen sehr großen Einfluß auf den Dampfverbrauch der Turbine. Bei Luftleeren von mehr als 90% kann man mit durchschnittlich über 2% Dampfersparnis für jedes Prozent höherer Luftleere rechnen (z. B. bei Erhöhung des Vakuums von 90 auf 96%, Ersparnis an Dampf von ca. 14%). Anstatt der Einspritzkondensation verwendet man bei Turbinen die Gegenstrom-Mischkondensation, die Leistung des Kondensators wird noch verbessert, indem man das Kondensat möglichst heiß, die Luft aber möglichst kalt abzuführen sucht, deshalb gegenwärtig anstatt der Naßluftpumpe meist getrennte Wasch- und Trockenluftpumpen. Noch häufiger wird die Oberflächenkondensation angewendet, um das Kondensat wieder zur Speisung der Kessel zu verwenden. Da dieses jedoch praktisch nie völlig ölfrei zu bekommen ist, empfiehlt es sich, dasselbe vor der Speisung erst in einem größeren Behälter zu sammeln, damit sich das Öl abscheiden kann. Zur Kühlwasserzuführung dienen meist Zentrifugalpumpen, zur Abführung des Kondensats und der Luft Kolbenpumpen.

Herausgegeben von Professor Dr.-Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

VERLAG MÜNCHEN

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:
Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Eugen EICHEL-Berlin. Beratender Ingenieur: Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur P. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; L. C. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPÄNGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VÁLATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **4. Dezember 1908.** **Heft 34.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 35 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Amerikanische Bahnmotorwagen. Von Eugen Eichel, Beratender Ingenieur, Berlin-New York. S. 677.

Zur Berechnung schnellaufender Scheibenräder. Von Dr.-Ing. Roemmelt, Ingenieur der Siemens-Schuckertwerke. S. 680.

Versuche mit 100000 Volt-Transformatoren. Von Dr. Gustav Benischke. S. 683.

Kleine Nachrichten. S. 690. Bau der Fahrzeuge: Eine kräftige elektrische Güterzuglokomotive amerikanischer Bauart. — Wirtschaftliche Untersuchungen: Wirtschaftliche Erzeugung und Ausnutzung von Dampf und Kraft im Kalkerhaus. — Zuschriften an den Herausgeber: Zuschriften der Gutsschen Elektrizitäts-Akt.-Ges. und der Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke, Akt.-Ges.

Aus den Geschäftsberichten. S. 692. Auszug aus dem Jahresbericht der Straßen-Eisenbahn-Gesellschaft in Hamburg für das Jahr 1907.

Neue Bücher. S. 693.

Zeitschriftenschau. S. 694

Amerikanische Bahnmotorwagen.

Von **Eugen Eichel**, Beratender Ingenieur, Berlin-New York.

Während bekanntlich die Kgl. Preußische Eisenbahnverwaltung die Einführung von elektrischen Motorwagen mit Akkumulatorenbetrieb auf Grund günstiger Erfahrungen mit Probewagen in größerem Maßstabe auf geeigneten Vorortstrecken vornimmt, findet die Entwicklung des amerikanischen Motorwagenbetriebes mehr nach den, in dem früher veröffentlichten Aufsatze[1]) beschriebenen Systemen des reinen Benzinmotors oder des gemischten benzinelektrischen Betriebes statt. Man ist dabei zur Entwicklung ganz neuer Wagentypen gekommen, wie eine solche z. B. in Fig. 753 veranschaulicht ist.

Fig. 753. Benzinmotorwagen der Union Pacificbahn.

Dieser Wagen ist einer der größeren Anzahl von Benzinmotorfahrzeugen der Union Pacificbahn, deren Betriebsverhältnisse die Anwendung von kleinen in nicht zu langen Zeitintervallen verkehrenden Zugeinheiten besonders begünstigen. Dazu kommt, daß deren Superintendent Mr. W. R. Mc. Keen jr. sich speziell für die Ausbildung der Motorwagen interessierte und ihre technische Entwicklung nach Möglichkeit gefördert hat.[1]) Während die ersten sechs Wagen mehr oder weniger zur Entwicklung einer Normaltype beitrugen, stellt der abgebildete Wagen Nr. 7 ein Normalmodell dar, das nunmehr in größerer Anzahl zur Ausführung kommt. So hat z. B. die Southern Pacificbahn die Absicht, 60 Benzinmotorwagen dieser Type für je 60 Fahrgäste in Betrieb zu nehmen, die besonders dazu dienen sollen, die Konkurrenz mit den elektrischen Überlandbahnen aufzunehmen, die von der schönen Hauptstadt Süd-Kaliforniens Los Angeles nach der wegen ihrer Naturschönheiten berühmten Küstenstadt Pasadena führen. Des ferneren ist ihre Verwendung auf kürzeren Seitenstrecken mit geringem Verkehr in Betracht gezogen.

Die konstruktive Ausbildung des Wagens Nr. 7 zeigt neben dem schon bei den ersten Wagen angewandten bugartig ausgebildeten Kopfteil auf dem glatt gewölbten Dach die fernere Ähnlichkeit mit Schiffen, daß statt der Verwendung von rechteckigen Fenstern zur Einrichtung von runden, schiffsluken artigen Fenstern von 610 mm Durchm. übergegangen ist. Inzwischen ist Mc. Keen bei der Union Pacificbahn ausgetreten und hat mit Unterstützung des Bahnmagnaten Herrimann eine eigene Fabrik für den Bau der Wagen gegründet.

[1]) Siehe Elektr. Bahnen u. Betriebe 1906, S. 212.

Fig. 754. Bahnmotorwagen mit elektrischem Antrieb der Strang Gas Electric Car Company.

gangen worden ist. Die Anwendung von Stahlblech zur Herstellung des Wagenkörpers sowie die der runden Fenster, ergibt gegenüber den üblichen schweren Holzkonstruktionen bei relativ leichtem Gewicht einen sehr steifen Wagenkasten mit größter verfügbarer lichter Breite. Auch der Rahmen ist aus Profileisen hergestellt und die innere Wagenausstattung möglichst feuersicher ausgeführt. Der Wagen wiegt etwa 27,25 t, ist 16,5 m lang und hat

Fig. 755. Grundriß der Bahnmotorwagen der Strang Gesellschaft.

bei einer Gesamthöhe von 3,92 m ab S.O. bis Dach eine lichte nutzbare Wagenkastenhöhe von etwa 2,30 m. Zweeks Beschleunigung des Verkehrs und Erleichterns des Ein- und Aussteigens sind die Türen in die Mitte der Wagenlängsseiten verlegt. Der maschinelle Teil der Wagen besteht aus zwei je dreizylindrigen, in einer Maschine vereinigten, stehenden Benzinmotoren. (Zylinderbohrung 203 × 254 mm.) Das Anlassen des Motors geschieht mit 6,8 Atm. Druckluft von einem der beiden je 1 cbm haltenden Bremsluftbehälter aus. Die Betriebs-Druckluftpumpe wird von dem Benzinmotor betrieben, doch ist eine Handpumpe als Reserve vorgesehen.

Der Motor leistet 100 PS und ist direkt auf dem vorderen zweiachsigen Untergestell aufgebaut, dessen Vorderachse er mittels einer geräuschlosen Kette antreibt. Unter Vermittelung einer pneumatisch betätigten Kuppelung können zwei Grundgeschwindigkeiten erzielt werden. 16 km/St. und 96 km/St. max. Die mechanische Anordnung der direkten Lagerung des Motors auf dem mäßig abgefederten Untergestell dürfte den natürlichen Abnutzungskoeffizienten des Benzinmotors und die jährlichen Unterhaltungskosten erheblich erhöhen. Hierzu tritt noch die Abnutzung des an sich äußerst teureren Übertragungsmittels der geräuschlosen Kette, so daß sich auch mit Bezug auf Erstpreis die Wahl des benzinelektrischen Antriebes wohl mit der des reinen Benzinbetriebes wirtschaftlich in Vergleich bringen läßt. Hierzu treten die Betriebsannehmlichkeiten des elektrischen Betriebes, das weiche Anfahren und die größere Beweglichkeit mit Bezug auf Änderung der Fahrgeschwindigkeit und bei Anwendung von Akkumulatoren die Anordnung eines nur kleinen Hauptmaschinensatzes mit der Batterie als Aushilfe während der Anlaufperiode und des Nehmens von Steigungen; schließlich eine Erhöhung der Betriebssicherheit durch die Batterie, die bei Maschinenhavarie die Fortsetzung der Fahrt mit ermäßigter Geschwindigkeit gestattet.

Der zweite elektrische Wagen für die Delaware and Hudson River Bahn ist bekanntlich ohne Akkumulatorenbatterie ausgeführt, weil seine Verwendung auf einer bestimmten kurzen Strecke: Albany, dem Sitze der Regierung des Staates New York und dem etwa 50 km entfernten Badeplatze Saratoga vorgesehen ist, auf welcher nur mit ganz wenigen Haltestellen gerechnet zu werden braucht. Dieser 31 t-Wagen ist auch in Stahlblechkonstruktion ausgeführt, und zwar nach Angaben der General Electric seitens der Wason Mfg. Co. Springfield, Mass. Der Wagen hat 44 Sitzplätze und seine Gesamtlänge beträgt etwa 15 m. Hiervon fallen 2,85 m auf den Maschinenraum, 1,7 m auf einen Gepäckraum, 2,38 m auf die Raucherabteilung und 5,55 m auf die Nichtraucherabteilung der Fahrgäste. Die Gesamtwagenbreite ist 2,6 m und die Gesamthöhe 3,87 m. Seine Enden sind abgerundet, ebenso das Dach, auf dem vier Satz Kühlschlangen für die Zylinderkühlung des Benzinmotors angeordnet sind. Die maschinelle Ausrüstung besteht aus einem 8zylindrigen 100 PS, 500 Umdr. pro Min., Benzinmotor. (Zylindermaße 203 × 178 mm.) Die Zylinderanordnung ist: je zweimal vier Zylinder im Winkel von 45° gegen den Fußboden und im Winkel von 90° gegeneinander angeordnet und auf eine gemeinsame Achse arbeitend, die parallel zum Schienenstrang angeordnet ist. Der Motor treibt eine 90 KW 250 Volt-(maximale Stromausbeute bei mäßiger Spannung 800 Amp.) Gleichstrommaschine der G. E. Co. mit Wendepolen an, in deren Lagerschild eine 3 KW 70 Volt-Nebenschluß-Dynamomaschine eingebaut ist. Die letztere liefert den Erregerstrom für die Hauptdynamo und ladet eine 300 Amp.St.-Akkumulatorenbatterie, die gemeinsam mit der Erregermaschine zur Beleuchtung des Wagens dient. Der Antrieb des vierachsigen Wagens geschieht durch zwei G. E. 72 A (je 60 PS) Motoren. Je ein Motor treibt eines der beiden zweiachsigen Untergestelle, deren Räder einen Durchmesser von 914 mm haben. Die Zündung erfolgt wie bei dem Motor der Union Pacifiebahn während des Anlassens mittels Zündkerzen und Batterie, für den sonstigen Betrieb mittels Abreiß-Kontaktverfahrens. Als Anlaßmethode ist die beim ersten Wagen der D. & H.-Bahn seitens der Woolsley Tools Co. angeordnete Methode

Fig. 756. Inneres des Maschinenraumes.

beibehalten worden, durch Abschießen einer mit Jagdpulver geladenen Patrone in einen der Zylinder den Motor zum Anspringen zu bringen. Der Benzinvorratsbehälter faßt 340 l. Bei Probefahrten hat der Wagen eine Geschwindigkeit bis 88 km/St. entwickelt.

Auch die Strang Gas Electric Car Co. unter technischer Leitung der Herren Strang und Nilson, hat sich die Verbesserung ihrer Probewagen angelegen sein lassen. Als wirtschaftlichen Erfolg muß man den zweijährigen Betrieb von drei Motorwagen mit je einem Anhänger bezeichnen, den ihre Betriebswagen auf der Missouri und Kansas Interurban Ry. durchführen. Es ist ein ausgedehnter Städtebahnenbetrieb zwischen Kansas City und dem etwa 35 km entfernt liegenden Städtchen Olathe. Der Bahnbetrieb findet mit Ausnahme von den Strecken, die durch Ortschaften führen, auf eigenem Bahnkörper statt, der durchweg normalspurige Gleise mit Schienen von 32 kg pro l. m Gewicht besitzt. Wie auf einer Anzahl anderer kleiner Bahnen der westlichen Staaten, dienen die Benzinmotorwagen jedoch nur als ein Provisorium zum entwickeln des Verkehrs und sollen später durch elektrischen Bahnbetrieb abgelöst werden. Der letzte der bisher von der Strang Gesellschaft ausgeführten Wagen (Fig. 754) ist ein Paradestück, dessen Probefahrten auf den Strecken der Baltimore- und Ohio- sowie Pennsylvaniabahn sehr zufriedenstellend ausgefallen sind. Sein Inneres ist äußerst luxuriös gehalten und entspricht den auf verschiedenen Vorortbahnen üblichen Klubwagen. Es ist nämlich üblich, daß sich einzelne in den Vororten wohnende wohlhabende Geschäftsleute als Klub konstituieren und für die Fahrten von ihrem Landsitze zur Stadt und umgekehrt, für das ganze Jahr oder für die Saison einen Wagen, sowie eventuell den dazugehörigen Frühstücksbetrieb pachten. Wie aus Fig. 755 bis 757 ersichtlich, besitzt der Wagen einen 4,4 m langen Maschinenraum, eine 6 m lange Abteilung mit den in amerikanischen Bahnwagen üblichen kurzen Quersitzen für zwei Personen, die nach der Fahrtrichtung umlegbare Lehnen haben, sowie einen weiteren 6 m langen Raum, in welchem bequeme Rohrsessel und Sofas zur Verfügung stehen; hieran schließt sich noch eine 1,8 m lange offene Aussichtsplattform an. Eine Toilette und der übliche Eiswasserbehälter sind nicht vergessen. Der Wagenkasten ruht auf einem soliden Stahlblechrahmen (Fig. 758) und ist nach Möglichkeit aus Stahlblech und aus Profileisen seitens der J. G. Brill Co., Philadelphia Pa., ausgeführt. Er ist maximal 18,6 m lang, 2,85 m breit und 4,2 m hoch. Die lichte Höhe des Wagenkastens beträgt 2,6 m. Dem leichten Ein- und Ausbau des benzinelektrischen Teiles des Wagens ist dadurch Rechnung getragen, daß die Stirnwand abnehmbar ausgeführt ist. Der Aufbau auf dem gewölbten Dache, der seiner Ausführung nach dem Ventilationsaufsatze der Pullmannwagen entspricht, ist insofern konstruktiv sehr interessant, als er nur zur Aufnahme der Kühlwasserschlangen für den Benzinmotor dient, während die innere Wagendecke in einer glatten Wölbung mit

Fig. 757. Innere Einrichtung des Wagens.

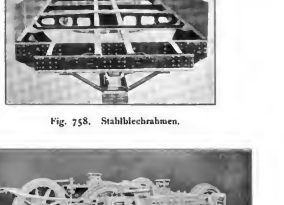


Fig. 758. Stahlblechrahmen.

Fig. 759. Zweiachsiges J. G. Brill-Untergestell.

Ausbuchtungen für die Oberlichtfenster besteht (Fig. 754 und 757). Die mechanische Ausrüstung des Wagens besteht aus einem stehenden sechszylindrigen Benzinmotor (Zylinderbohrung 267 × 228,5 mm) dessen Zylinderanordnung und Achse in einer Geraden parallel zum Schienenstrang ausgeführt ist. Der Motor (Fig. 756) soll bei 425 Umdr. pro Min. eine Dauerleistung von 150 PS entwickeln und treibt eine 85 KW, 250 Volt-Nebenschlußmaschine mit Wendepolen an. Zur Unterstützung dieser Ausrüstung dient eine 300 Amp.St.-Akkumulatorenbatterie. Die elektrische Steuerung geschieht mittels G. E. Schützensystems und der Antrieb durch zwei je 100 PS G. E.-Motoren, die auf dem vorderen der beiden zweiachsigen J. G. Brill Nr. 227/E-Untergestelle (Fig. 759) angeordnet sind. Das Anlassen des Benzinmotors geschieht mittels der Batterie und der als Motor betriebenen Dynamomaschine. Der Wagen ist mit automatischer Luftdruckbremse und selbsttätigen Kupplungen für den Anhängewagenbetrieb ausgestattet und sein Benzinbehälter hat einen Inhalt von 460 l. Dies gibt dem Wagen, der eine Geschwindigkeit von 96 km/St. entwickeln kann, einen ungefähren Fahrbereich von 320 km pro Füllung. Bei ermäßigter Fahrgeschwindigkeit soll der Wagen als Triebwagen für drei Anhänger von je 75 Sitzplätzen dienen.

Es mag auch noch darauf hingewiesen werden, daß die Chicago Rock Island and Pacific R. R. kürzlich einen 250 PS-Dampfmotorwagen in Betrieb genommen hat. Sein motorischer Teil wurde seitens der American Locomotive Works, Schenectady, N. Y., geliefert. Der 16,75 m (55 Fuß 9") lange Wagenkasten ruht auf zwei je zweiachsigen Untergestellen, von denen das vordere mit einem Satz 965 mm (38") Triebrädern und 838 mm (33") Führungsrädern ausgestattet ist, während das zweite Unter-

gestell 864 mm (34″) Räder besitzt. Der Achsstand zwischen den Drehgestellmitten beträgt 11,475 m (38 Fuß 3″), der Gesamtradstand 13,75 m (45 Fuß 10″) und der Radstand der Untergestelle 2,5 m (8 Fuß 4″). Der Wagen wiegt komplett etwa 50 t und kann eine maximale Geschwindigkeit von 96 km (60 amerikanische Meilen) pro Stunde entwickeln. Sein Wagenkasten ist in drei Abteile unterteilt, und zwar ein Personenabteil mit 40 Sitzen, ein Gepäckabteil und das am vorderen Wagenende vorgesehene Maschinenabteil. In letzteres ragt der auf dem vorderen Untergestell aufgesetzte Lokomotivkessel hinein, der den Betriebsdampf für die 250 PS-Maschine liefert, welche mittels Schubstangen an der rückwärtigen Achse des vorderen Drehgestelles angreift. Als Brennmaterial ist Rohpetroleum gewählt, und ein Vorratsbehälter für 0,37 cbm (100 gal) Rohöl und für 3,7 cbm (1000 gal) Wasser sind vorgesehen.

Zur Berechnung schnellaufender Scheibenräder.

Von Dr.-Ing. **Roemmeli**, Ingenieur der Siemens-Schuckertwerke.

Die Berechnung der Schwungräder verlangt, ähnlich wie die der plattenförmigen Körper, einen weit größeren Aufwand an mathematischen Hilfsmitteln als die den Ingenieur beschäftigenden gewöhnlichen Tagesfragen.

Schon zur genauen Ermittlung der Spannungen in den meist langsam laufenden Speichenrädern sind umfangreiche Durchrechnungen erforderlich, obwohl man hier unter Vernachlässigung der Radialspannungen und der Biegungsspannungen im Kranze auch noch mit einfachen Faustformeln zum Ziele kommt.

Bei der Konstruktion der schnellaufenden, scheibenförmigen Räder dagegen, welche neuerdings bis zu den größten Abmessungen als sog. Ilgner-Schwungräder in der elektrischen Arbeitsübertragung zur Verwendung gelangen, ist eine Vernachlässigung der Radialspannungen unter keinen Umständen mehr zulässig und daher eine Berechnung nur auf Grund der genauen Theorie möglich.

Der Praktiker ist im allgemeinen kein Freund langwieriger Rechnungen und dimensioniert schlechtweg nach dem Gefühl, falls durch Formeln die einzelnen Konstruktionsgrößen nicht im voraus auf einfache Weise bestimmt werden können. Der Endzweck einer brauchbaren Berechnungsmethode muß daher in der Schaffung von Formeln bestehen, die unter Zugrundelegung bestimmter, auf die Allgemeinheit anwendbarer Annahmen eine Dimensionierung der in Frage stehenden Maschinenteile direkt vorzunehmen gestatten.

Diese Bedingung erfüllen die in den gebräuchlichen Lehrbüchern angegebenen Berechnungsmethoden in der Regel nicht, vielmehr überlassen sie es dem Konstrukteur, unter nochmaliger Aufbietung des gesamten mathematischen Rüstzeuges für seinen Sonderfall eine geeignete Methode ausfindig zu machen.

Bei dem hier vorliegenden Fall der Schwungradberechnung lohnt sich indessen ein näheres Eingehen auf die rechnerischen Schwierigkeiten um so mehr, als die Konstruktion der ganz aus einem Stück gefertigten Scheibenräder absolut keine Kunstgriffe erfordert.

Für die Berechnung schnellaufender Räder sind bereits von Grübler (siehe Z. d. V. D. I., Jahrgang 1879 und 1899) und Stodola die hauptsächlichsten Beziehungen aufgestellt, insbesondere hat der letztere in seinem Werke »Dampfturbinen« alle wichtigen Probleme eingehend behandelt, so daß es sich erübrigt, nochmals näher darauf einzugehen.

Unter Berücksichtigung der dort aufgestellten Beziehungen, die in nachfolgender Form durch Einführung von Verhältniszahlen und Elimination der Integrationskonstanten entsprechend vereinfacht und für allgemeine Fälle erweitert wurden, erhält man bei der Scheibe gleicher Dicke für einen beliebigen Radpunkt die Radialspannung:

$$\sigma_r = \frac{\gamma}{8g} \cdot \frac{3m+1}{m} \cdot \frac{v_a^2}{\left(\frac{R}{r}\right)^2} \left[\left(\frac{R}{r}\right)^2 - \left(\frac{R}{x}\right)^2 + 1 - \left(\frac{x}{r}\right)^2\right] + \sigma_{ra} \cdot \frac{\left(\frac{R}{r}\right)^2 - \left(\frac{R}{x}\right)^2}{\left(\frac{R}{r}\right)^2 - 1} + \sigma_{ri} \cdot \frac{\left(\frac{R}{x}\right)^2 - 1}{\left(\frac{R}{r}\right)^2 - 1}; \quad . \quad (1)$$

die Tangentialspannung:

$$\sigma_t = \frac{\gamma}{8g} \cdot \frac{3m+1}{m} \cdot \frac{v_a^2}{\left(\frac{R}{r}\right)^2} \left[\left(\frac{R}{r}\right)^2 + \left(\frac{R}{x}\right)^2 + 1 - \frac{3+m}{3m+1} \cdot \left(\frac{x}{r}\right)^2\right] + \sigma_{ra} \cdot \frac{\left(\frac{R}{r}\right)^2 + \left(\frac{R}{x}\right)^2}{\left(\frac{R}{r}\right)^2 - 1} - \sigma_{ri} \cdot \frac{\left(\frac{R}{r}\right)^2 + 1}{\left(\frac{R}{r}\right)^2 - 1}; \quad (2)$$

und die Dehnungen an der äußeren und inneren Faser:

$$\varepsilon_R = \frac{R}{m \cdot E} \cdot \left\{ \frac{\gamma}{4g} \cdot \frac{v_a^2}{\left(\frac{R}{r}\right)^2} \left[\left(\frac{R}{r}\right)^2 \cdot (m-1) + (3m+1)\right] + \sigma_{ra} \cdot \left(m \cdot \frac{\left(\frac{R}{r}\right)^2 + 1}{\left(\frac{R}{r}\right)^2 - 1} - 1\right) - \sigma_{ri} \cdot \frac{2m}{\left(\frac{R}{r}\right)^2 - 1} \right\}; \quad (3)$$

$$\varepsilon_r = \frac{r}{m \cdot E} \cdot \left\{ \frac{\gamma}{4g} \cdot \frac{v_a^2}{\left(\frac{R}{r}\right)^2} \left[\left(\frac{R}{r}\right)^2 \cdot (3m+1) + (m-1)\right] + \sigma_{ra} \cdot \frac{2m \cdot \left(\frac{R}{r}\right)^2}{\left(\frac{R}{r}\right)^2 - 1} - \sigma_{ri} \cdot \left[m \cdot \frac{\left(\frac{R}{r}\right)^2 + 1}{\left(\frac{R}{r}\right)^2 - 1} + 1 \right] \right\}. \quad (4)$$

Hierbei bedeuten:

γ das spezifische Gewicht des Radmaterials,

g die Beschleunigung der Schwere = 9,81,

$m = \frac{10}{3}$ den Querkontraktionskoeffizienten,

R den Außenradius,

r den Innenradius,

v_a die dem Radius R entsprechende Umfangsgeschwindigkeit,

σ_{ra} die an der äußeren Scheibenoberfläche herrschende Radialspannung,

σ_{ri} die an der inneren Scheibenoberfläche angreifende Radialspannung,

x den Abstand eines beliebigen Scheibenpunktes von der Drehachse.

In der Regel werden in der Praxis, um eine möglichst günstige Ausnutzung der Schwungmassen zu erhalten, sog. profilierte, d. h. aus Körpern mit variabler Dicke zusammengesetzte Räder verwendet. Um aber bei der Spannungsermittlung die obigen noch verhältnismäßig

einfachen Formeln benutzen zu können, zerlegte man bisher das Rad, wie in Fig. 760 gezeigt, in drei zylindrische Ringe gleicher Breite und stellte die für die Außen- und Innenfaser sowie für die zwei Stoßfugen geltenden vier Gleichungen auf. Die Lösung dieser vier Gleichungen geschieht nach Stodolas Vorschlag mit Hilfe der Beziehung, daß die an je zwei zusammenstoßenden Zylinderoberflächen auftretenden Radialspannungen sich gleichmäßig über die betreffende Fläche verteilen und gleich groß, aber entgegengesetzt gerichtet sind.

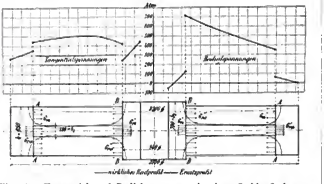


Fig. 760. Tangential- und Radialspannungen in einem Stahlgußschwungrade bei 100 m/Sek. Umfangsgeschwindigkeit. Wirkliches Radprofil ersetzt durch drei zylindrische Ringe von gleicher Breite. Radgewicht ~ 26000 kg, $GD^2 = 238000$ kgm².

Mit den Bezeichnungen der Fig. 760 ist demnach:

a) $\sigma_r = o$ für $x = R_a$ und den Kranzzylinder,
b) $\sigma_r = p =$ Montagepressung für $x = R_i$ und den Nabenzylinder,
c) $\varrho_i = \varrho_a'$,
d) $\varrho_i' = \varrho_a''$,
e) $\sigma_{ri}' \cdot b = \sigma_{ra}'' \cdot b_1$,
f) $\sigma_{ri}' \cdot b_1 = \sigma_{ra}'' \cdot b_2$.

Hierbei ist:

ϱ_i = Dehnung am Innenrand des Kranzzylinders,
ϱ_a' = Dehnung am Außenrand des Stegzylinders,
ϱ_i' = Dehnung am Innenrand des Stegzylinders,
ϱ_a'' = Dehnung am Außenrand des Nabenzylinders,
σ_{ri} = Radiale Innenspannung des Kranzzylinders,
σ_{ra}' = Radiale Außenspannung des Stegzylinders,
σ_{ri}' = Radiale Innenspannung des Stegzylinders,
σ_{ra}'' = Radiale Außenspannung des Nabenzylinders.

Bisher hatte man bei der Spannungsermittlung erst die zwölf nachstehend aufgeführten Hilfsgrößen zu ermitteln:

$$K_1 = \left\{7\,R_1^4 \cdot (b - b_1) + 13 \cdot R_a^2 \cdot R_1^2\,(b - b_1) - 20\,R_a^4 \cdot b\right\} 2{,}89 \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{w^2}{E};$$

$$K_2 = \left\{7\,R_1^4 \cdot (b_2 - b_1) + 13\,R_2^2 \cdot R_i^2 \cdot (b_2 - b_1) - 20 \cdot R_i^4 \cdot b_2\right\} \cdot 2{,}89 \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{w^2}{E} - 140\,R_i^2\,b_2 \cdot \frac{p}{E};$$

$$K_3 = 70\,R_1^2\,(b - b_1) - R_a^2 \cdot (130\,b_1 + 70\,b);$$

$$K_4 = 70\,R_2^2 \cdot (b_2 - b_1) - R_i^2\,(130\,b_1 + 70\,b_2);$$

$$K_5 = \left\{R_1^2 \cdot (70\,b_1 + 130\,b) - 130\,R_a^2 \cdot (b - b_1)\right\} \cdot \frac{70}{130\,R_1^2};$$

$$K_6 = \left\{R_2^2 \cdot (70\,b_1 + 130\,b_2) - 130\,R_i^2 \cdot (b_2 - b_1)\right\} \cdot \frac{70}{130\,R_2^2};$$

$$A' = \frac{K_3 \cdot K_6 - K_5 \cdot K_4}{K_3 \cdot K_4 - K_6 \cdot K_2};$$

$$B' = \frac{K_4 \cdot K_1 - K_2 \cdot K_3}{K_1 \cdot K_3 - K_2 \cdot K_6};$$

$$A = \left\{A' \cdot R_1^2 + B' + 0{,}537 \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{w^2}{E} \cdot R_a^4\right\} \cdot \frac{70}{130\,R_a^2 + 70\,R_1^2};$$

$$B = \left\{A' \cdot R_i^2 + B' - 0{,}289 \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{w^2}{E} \cdot R_a^2 \cdot R_i^2\right\} \cdot \frac{130\,R_a^2}{130\,R_a^2 + 70\,R_1^2};$$

$$A'' = \left\{A' \cdot R_2^2 + B' + 0{,}537 \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{w^2}{E} \cdot R_i^4 + 1{,}3\,\frac{p}{E} \cdot R_i^2\right\} \cdot \frac{70}{130\,R_i^2 + 70\,R_2^2};$$

$$B'' = \left\{A' \cdot R_2^2 + B' - 0{,}289 \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{w^2}{E} \cdot R_i^2 \cdot R_2^2 - 0{,}7\,\frac{p}{E} \cdot R_2^2\right\} \cdot \frac{130\,R_i^2}{130\,R_i^2 + 70\,R_2^2};$$

und diese dann in die Formeln für die Radial- und Tangentialspannungen einzufügen, die folgende Form besitzen:

$$\sigma_r = \frac{m \cdot E}{m^2 - 1} \cdot \left\{A \cdot (m + 1) - B \cdot \frac{m - 1}{x^2} - \frac{N}{8}\,x^2 \cdot (3\,m + 1)\right\}$$

$$\sigma_t = \frac{m \cdot E}{m^2 - 1} \cdot \left\{A \cdot (m + 1) + B \cdot \frac{m - 1}{x^2} - \frac{N}{8}\,x^2 \cdot (3 + m)\right\}$$

Hierbei bezeichnen noch weiter:

R_a den Außendurchmesser des Kranzringes,
R_1 den Außendurchmesser des Stegringes,
R_2 den Außendurchmesser des Nabenringes,
R_i den Innendurchmesser des Nabenringes,

während die mit verschiedenen Indices versehenen Koeffizienten A, B, A', B' etc. die aus den Grenzbedingungen zu ermittelnden Konstanten der einzelnen Ringe darstellen. Um richtige Endwerte zu erhalten, war überdies noch die Rechnung mit 7 stelligen Logarithmen durchzuführen.

Unter Benutzung der oben angegebenen Formeln für σ_r und ϱ und entsprechender Vereinfachung beschränkt sich dagegen hier infolge der Einführung von Verhältniszahlen und Elimination der Integrationskonstanten die Arbeit bei der Berechnung der Radialspannungen in den Grenzflächen lediglich auf die Auflösung der zwei unter c) und d) angeführten linearen Gleichungen.

Nach der Berechnung der Radialspannungen in den Stoßfugen können nun auch die Radial- und Tangentialspannungen für beliebige andere Punkte der drei Teilkörper leicht ermittelt werden.

Bessere Annäherung an die bestehenden Spannungszustände im Rade erhält man durch Einschaltung eines Rotationshyperboloids an Stelle des Stegringes von konstanter Breite. Die für ein solches Hyperboloid gültigen Formeln schreiben sich gemäß der bereits von Stodola gegebenen Ableitung mit den oben gewählten Bezeichnungen wie folgt:

Radialspannung:

$$\sigma_r = \frac{m}{m^2 - 1} \cdot \frac{E}{x} \cdot \left[(m\,\varphi_1 + 1)\,k_1\,x^{\varphi_1} + (m\,\varphi_2 + 1)\,k_2\,x^{\varphi_2} - a\,x^2 \cdot (3\,m + 1)\right]; \quad (5)$$

Tangentialspannung:

$$\sigma_t = \frac{m}{m^2-1}\cdot\frac{E}{x}\cdot\Big[(m+q_1)\,k_1 x^{q_1} + (m+q_2)\,k_2 x^{q_2} - a x^2 (3+m)\Big]; \quad . \quad . \quad (6)$$

Dehnung:

$$\varepsilon = k_1 x^{q_1} + k_2 x^{q_2} - a x^2; \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Hierbei ist:

$$q_1 = -\frac{A}{2} + \sqrt{\frac{A^2}{4} - \frac{A}{m} + 1};$$

$$q_2 = -\frac{A}{2} - \sqrt{\frac{A^2}{4} - \frac{A}{m} + 1};$$

$$a = \frac{\gamma}{g}\cdot\frac{v^2}{E}\cdot\frac{m^2-1}{m^2}\cdot\frac{1}{3A + \frac{A}{m} + 8},$$

wobei A den Exponenten des Hyperboloids mit der Flankengleichung $y = B\cdot x^A$ darstellt, während die Koeffizienten k_1 und k_2 durch die Grenzbedingungen zu ermitteln sind.

Die Aufstellung von Formeln, ähnlich wie für die Scheiben gleicher Breite, führt jedoch hier infolge der Exponentialfunktionen zu äußerst umfangreichen Rechnungen, die obendrein recht unhandliche Formeln zutage fördern.

Es erscheint deshalb zweckmäßig, lediglich die Größen $k_1 R^{q_1}$ und $k_2 R^{q_2}$ allgemein mit Hilfe der Grenzbedingungen festzulegen und dieselben nach ziffernmäßiger Auswertung in die oben angegebenen Formeln für die Spannungen und Dehnungen einzusetzen.

Die entsprechenden Werte für einen beliebigen Punkt mit dem Abstand x von der Drehaehse erhält man dann mit Hilfe der Beziehungen

$$k_1 x^{q_1} = k_1 R^{q_1}\cdot\left(\frac{x}{R}\right)^{q_1};$$

$$k_2 x^{q_2} = k_2 R^{q_2}\cdot\left(\frac{x}{R}\right)^{q_2}.$$

Führt man die Rechnung mit Rücksicht auf die Festsetzung durch, daß an der Außenfaser des hyperbolischen Ringes eine Radialspannung σ_{ra}, an der Innenfaser eine solche σ_{ri} herrscht, so erhält man nachfolgendes Resultat:

$$k_1 R^{q_1} = \frac{\left(\frac{R}{r}\right)^{q_1}\cdot R}{(m q_1 + 1)\left[\left(\frac{R}{r}\right)^{q_1} - \left(\frac{R}{r}\right)^{q_2}\right]}\cdot\left\{\frac{m^2-1}{m\cdot E}\right.$$
$$\cdot\left[\sigma_{ra} - \sigma_{ri}\left(\frac{R}{r}\right)^{q_2-1}\right] + a R^2\cdot(3m+1)$$
$$\left.\left[1 - \left(\frac{R}{r}\right)^{q_2-2}\right]\right\}; \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

$$k_2 R^{q_2} = \frac{\left(\frac{R}{r}\right)^{q_2}\cdot R}{(m q_2 + 1)\left[\left(\frac{R}{r}\right)^{q_2} - \left(\frac{R}{r}\right)^{q_1}\right]}\cdot\left\{\frac{m^2-1}{m\cdot E}\right.$$
$$\cdot\left[\sigma_{ra} - \sigma_{ri}\cdot\left(\frac{R}{r}\right)^{q_1-1}\right] + a R^2\cdot(3m+1)$$
$$\cdot\left.\left[1 - \left(\frac{R}{r}\right)^{q_1-2}\right]\right\}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

Für die zifferamäßige Reehnung können diese Formeln noeh durch Einführung der Zahlenwerte für m, E und a vereinfacht werden, und zwar ist in runden Zahlen für Räder aus

Material	$\frac{m^2-1}{m\cdot E}$	$a R^2\cdot(3m+1)$
Stahlguß . .	$\frac{1{,}4}{10^{12}}$	$\frac{3700}{10^{12}}\cdot\frac{v_R^2}{3{,}3A+8}$
Gußeisen . .	$\frac{2{,}9}{10^{12}}$	$\frac{6900}{10^{12}}\cdot\frac{v_R^2}{3{,}3A+8}$

Hierbei sind sämtliche Dimensionen in kg und m eingesetzt.

Für die endgültige Bestimmung aller Spannungen gelten auch hier wieder die auf Seite 681 aufgeführten sechs Bedingungsgleichungen, deren Auflösung unmittelbar die Radialspannungen in den Grenzflächen der drei Teilkörper liefert.

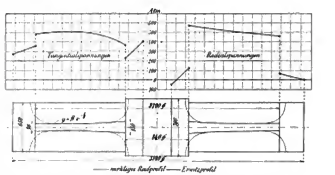


Fig. 761. Tangential- und Radialspannungen in einem Stahlgußschwungrade bei 100 m/Sek. Umfangsgeschwindigkeit, Einführung eines Rotationshyperboloids an Stelle des Stegringes gleicher Breite. Radgewicht ~ 26000 kg GD^2 = 238000 kgm².

Über die Größe und Verteilung der Spannungen in einem nach beiden Näherungsmethoden für 100 m/Sek. Umfangsgeschwindigkeit berechnetem Stahlgußrade geben die Kurven der Fig. 760 und 761 Aufschluß. Aus diesen läßt sich erkennen, daß der Höchstwert der Spannungen für ein Rad mit einem durch ein Hyperboloid ersetzten Radsteg rd. 20% kleiner ausfällt als für ein Rad mit einem Steg gleicher Breite. Falls es sich nicht um eine nur roh angenäherte Spannungsermittlung handelt, ist es daher zweckmäßig, den Radsteg immer durch einen hyperbolischen Ring von passender Flankenkrümmung zu ersetzen.

Die oben bereits angeführte Festsetzung, nach welcher die Radialspannungen in den durch sprungweise Querschnittsänderung entstehenden Stoßfugen der einzelnen Teilkörper gleichmäßig sich über die betreffenden Zylinderoberflächen verteilen, ist willkürlich und beispielsweise für die Punkte A, B der Fig. 760 nicht zutreffend, da hier augenscheinlich die Radialspannungen den Wert Null annehmen müssen.

Ebenso sind die Lagen der Stoßfugen und damit die radialen Abmessungen der drei Teilkörper mehr oder minder von der willkürlichen Wahl des Konstrukteurs abhängig, je nach der Anschauung, nach welcher die Rundungen auf die einzelnen Ringe verteilt werden, ob durch Halbierung des Querschnitts, des Gewichts oder des Trägheitsmomentes.

Für eine strengere Durchführung der Spannungsermittlung mit Hilfe der bekannten Grundformeln ist daher eine genaue Berücksichtigung der Rundungen am Kranz und an der Nabe unerläßlich.

Zu diesem Zwecke führt man für diese Rundungen zwei Hyperboloide ein, welche sich der vorhandenen Krümmung genau genug anpassen, so daß das wirkliche Profil des Schwungrades gleichsam durch fünf mit hyperbolischen Flanken versehene Teilkörper ersetzt ist.

Gewöhnlich werden zwei dieser Teilkörper, der Kranz und die Nabe, als Zylinder ausgeführt werden können. Zur bequemeren Durchführung der Rechnung, welche die Radbeanspruchung in der denkbar genauesten Weise wiedergibt und der Hauptsache nach in der Auflösung von nur vier linearen Gleichungen besteht, empfiehlt es sich, von nachstehender Tabelle Gebrauch zu machen, in deren Spalten die Werte für das oben schon näherungsweise berechnete Rad eingetragen sind.

	Kranz-zylinder	Kranz-hyperboloid	Steg-hyperboloid	Naben-hyperboloid	Naben-zylinder
Flankengleichung $y =$	konstant	$\frac{22,8}{10^{15}} \cdot x^{20}$	$56 \cdot x^{-\frac{7}{3}}$	$\frac{242}{10^9} \cdot x^{-3,5}$	konstant
$A =$	0	$+20$	$-\frac{1}{4}$	$-3,5$	0
η_1	$+1$	$-0,25$	$+1,23$	$+4$	$+1$
η_2	-1	$-19,25$	$-0,9$	$-0,5$	-1
v_0	100	87,7	79,7	31,6	10,8
$v_0^2 =$	10 000	7680	6410	1000	391
$\frac{R}{r} =$	1,9 / 1,67	1,67 / 1,52	1,52 / 0,6	0,6 / 0,375	0,375 / 0,1875
$\left(\frac{R}{r}\right)^{\eta_1} =$	1,14	0,975	3,133	6,48	2,0
$\left(\frac{R}{r}\right)^{\eta_2} =$	0,876	0,16	0,434	0,797	0,5
$\left(\frac{R}{r}\right)^{3} =$	1,48	1,331	16,19	4,096	8
$3,3 A + 8 =$	8	74	6,9	$-3,55$	8
$m \eta_1 + 1$	4,33	0,107	5,1	14,33	4,33
$m \eta_2 + 1$	$-2,33$	$-63,2$	$-2,0$	$-0,67$	$-2,33$
$m + \eta_1$	$+4,33$	$+3,08$	$+4,56$	$+7,33$	$+4,33$
$m + \eta_2$	$+2,33$	$-15,92$	$+2,43$	$+2,83$	$+2,33$

Die in Fig. 762 aufgezeichneten Spannungen ergeben als Höchstwert eine Beanspruchung von rd. 640 Atm., die gleichsam den Mittelwert der aus den beiden früheren Methoden gewonnenen Spannungen darstellt.

Mit Hilfe dieser letzten Methode ist man nun zwar imstande, für Räder mit beliebig geformtem Querschnitt den Spannungszustand genau zu ermitteln, dagegen ist es aber auch hiernit nicht möglich, im voraus eine Dimensionierung der einzelnen Querschnitte vorzunehmen, wie es dem Konstrukteur mit Rücksicht auf die durch das zu verwendende Material festgelegte Höchstspannung erwünscht wäre. Man ist also nach wie vor gezwungen, gegebenenfalls die Rechnung mit entsprechend geänderten Querschnitten ein zweites oder drittes Mal zu wiederholen, um zu dem gewünschten Ziele zu gelangen. Ein Versuch, diesen Übelstand bei der Schwungradberechnung zu vermeiden, soll in folgendem gemacht werden.

Die Schaulinien der Fig. 762 und mehrerer auf ähnliche Weise berechneter Räder lassen durchwegs erkennen, daß in der Nähe der Übergangsstellen des Steghyperboloids in das Kranz- bzw. Nabenhyperboloid die Kurven der Tangential- und der Radialspannungen sich schneiden. An diesen Stellen sind also die beiden Spannungen gleich groß, eine Bedingung, wie sie bei Körpern gleicher Festigkeit gefordert wird.

Bei dieser Gelegenheit sei hier besonders darauf hingewiesen, daß die grundlegende Bedingung für den Körper gleicher Festigkeit gegen Fliehkraftbeanspruchung

$$\sigma_r = \sigma_t = \text{konstant}$$

auch für die Außen- und Innenfaser des Ringes voll erfüllt sein muß, daß also frei rotierende Ringe oder nur mit Außenbelastung (etwa Turbinenschaufeln oder Magnetwicklungen) rotierende Scheiben niemals als Körper gleicher Festigkeit ausgebildet werden können. Das Problem des Körpers gleicher Festigkeit besitzt demnach hauptsächlich theoretische Bedeutung.

Beim Körper gleicher Festigkeit, wo die gegebene Spannung $\sigma_r = \sigma_t = \sigma_0$ den Ausgangspunkt für die Berechnung bildet, erhält man mit den bereits festgelegten Bezeichnungen die Formeln für die Dehnung

$$\varepsilon = \frac{m-1}{m} \cdot \frac{\sigma_0}{E} \cdot x \quad \ldots \quad (10)$$

und das Gesetz für die Veränderung der Ringbreite zu

$$y_x = y_R \cdot e^{\frac{v^2}{2\sigma_0}\left[1 - \left(\frac{x}{R}\right)^2\right]} \quad (11)$$

Hierbei ist y_R die Ringbreite im Abstande R von der Drehachse, also an der Außenfaser des Ringes. Unter Berücksichtigung der bereits oben festgestellten Tatsache, daß bei profilierten Scheibenrädern in der Nähe des Stegüberganges in die Rundungen Tangential- und Radialspannungen gleichen Wert besitzen, entsteht nunmehr die Frage, ob es nicht möglich ist, ein Rad zu konstruieren, dessen Steg einen Körper gleicher Festigkeit bildet und bei dem die beiden, den Kranz und die Nabe nebst Übergang darstellenden Doppelkörper derart zu dimensionieren sind, daß sowohl die am Steg als auch die an den übrigen Grenzflächen geforderten Bedingungen voll erfüllt werden. Eine solche Lösung böte für den Konstrukteur um so mehr Interesse, als ihm dadurch die Mittel an Hand gegeben werden, die Dimensionen eines Scheibenrades mit Rücksicht auf die als zulässig erachtete Höchstspannung von vornherein festzulegen.

Die Lösung dieser Aufgabe wird durch folgende Unterlagen ermöglicht: 1. An der Außen- bzw. Innenfaser eines jeden, der aus Zylinder und Hyperboloid bestehenden Doppelkörper gelten die Randbedingungen. 2. An der Stoßfuge mit dem Steg müssen Radial- und Tangentialspannungen einander gleich sein und den als zulässig erachteten Wert σ_0 besitzen.

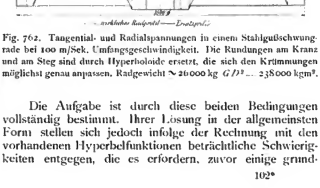


Fig. 762. Tangential- und Radialspannungen in einem Stahlgußschwungrade bei 100 m/Sek. Umfangsgeschwindigkeit. Die Rundungen am Kranz und am Steg sind durch Hyperboloide ersetzt, die sich den Krümmungen möglichst genau anpassen. Radgewicht ~ 20000 kg GD^2 ~ 238000 kgm².

Die Aufgabe ist durch diese beiden Bedingungen vollständig bestimmt. Ihrer Lösung in der allgemeinsten Form stellen sich jedoch infolge der Rechnung mit den vorhandenen Hyperbelfunktionen beträchtliche Schwierigkeiten entgegen, die es erfordern, zuvor einige grund-

legende, die Berechnung vereinfachende Annahmen zu machen.

Die hier zu betrachtenden scheibenförmigen Schwungräder weisen für alle Größen durchwegs gleiche Form auf, so daß es nahe liegt, um Berechnungen über Trägheitsmomente, Gewichte usw. leichter durchführen zu können, wenigstens die Dimensionen in radialer Richtung zu normalisieren. Dies geschieht derart, daß an der Hand zahlreicher Ausführungen das Verhältnis $\frac{R}{r}$ von Außen- und Innenradius der einzelnen Teilkörper festgelegt und hierbei eine möglichst weitgehende Vereinfachung durchgeführt wird, wie dies in nachstehender Tabelle zum Ausdruck kommt.

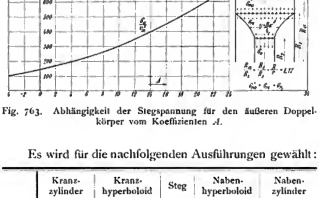


Fig. 763. Abhängigkeit der Stegspannung für den äußeren Doppelkörper vom Koeffizienten A.

Es wird für die nachfolgenden Ausführungen gewählt:

	Kranzzylinder	Kranzhyperboloid	Steg	Nabenhyperboloid	Nabenzylinder
$\frac{R}{r}=$	1,12	1,12	2,66	1,9	1,9

Nach diesen Festsetzungen kann zur eigentlichen Lösung der Aufgabe übergegangen werden. Die oben angeführte Bedingung 2 für die Gleichheit der Tangential- und Radialspannungen wird durch die Gleichung

$$\frac{\varrho}{x}=\frac{d\varrho}{dx}$$

erfüllt, wobei wieder die früheren Bezeichnungen gelten.

Wir haben also beispielsweise für die äußeren Doppelkörper mit den Maßen der Fig. 763 die folgenden vier Bedingungsgleichungen:

a) $\frac{\varrho}{x}-\frac{d\varrho}{dx}=0$, für das Kranzhyperboloid und $x=R_2$;

b) $\sigma_r=\sigma_\varphi$, für das Kranzhyperboloid und $x=R_2$;

c) $\sigma_{r'}=\sigma_{r''}=\sigma_{r_1}$;

d) $\varrho_1=\varrho_1'$, d. h. die Dehnungen für beide Körper müssen im Abstande R_1 von der Achse einander gleich sein.

Mit Hilfe dieser vier Formeln und unter Berücksichtigung der Gleichungen

$$\sigma_r=0 \text{ für } x=R_a \text{ und}$$

$$\frac{R_a}{R_1}=\frac{R_1}{R_2}=1{,}12$$

erhält man nun folgende Beziehung zwischen σ_0 und den die Krümmung der Flanken des Hyperboloids bestimmenden Koeffizienten q_1, q_2 u. A.:

$$\sigma_0=\frac{v_a^2}{3{,}3\,A+8}\left\{305\cdot\frac{m\,q_1+1}{q_1-1}-1680\right.$$
$$+\frac{(m\,q_1+1)(q_2-1)-(m\,q_2+1)(q_1-1)}{(m\,q_1+1{,}342)(q_2-1)\cdot\left(\frac{R}{r}\right)^{q_1+1}-(m\,q_2+1{,}342)(q_1-1)\cdot\left(\frac{R}{r}\right)^{q_2+1}}$$
$$\left.\left(2170+87\cdot(3{,}3\,A+8)-305\,\frac{m\,q_1+1{,}342}{q_1-1}\cdot\left(\frac{R}{r}\right)^{q_1-1}\right)\right\}\quad(12)$$

Auf ähnliche Weise erhält man die gleiche Beziehung für den inneren Doppelkörper, wobei allerdings die Größen $\left(\frac{R}{r}\right)$, q_1, q_2 u. A gemäß obigen Festsetzungen andere Werte besitzen und das Auftreten einer Montagepressung p an der inneren Faser wegen ihres geringen Einflusses nicht berücksichtigt wurde.

Es gilt für diesen Fall, die bekannten Größen soweit als möglich ziffernmäßig eingesetzt:

$$\sigma_0=\frac{v_a^2}{3{,}3\,A+8}\left\{42{,}7\cdot\frac{m\,q_1+1}{q_1-1}-237\right.$$
$$-\frac{(m\,q_1+1)(q_2-1)-(m\,q_2+1)(q_1-1)}{(m\,q_1-1{,}07)(q_2-1)\cdot\left(\frac{r}{R}\right)^{q_1-1}-(m\,q_2-1{,}07)(q_1-1)\left(\frac{r}{R}\right)^{q_2-1}}$$
$$\left.\left(42{,}7\cdot\frac{m\,q_1-1{,}07}{q_1-1}\cdot\left(\frac{r}{R}\right)^{q_1-1}+5{,}43\,(3{,}3\,A+8)-52{,}8\right)\right\}\quad(13)$$

v_a bedeutet, wie bereits früher festgesetzt, in beiden Fällen die maximale Umfangsgeschwindigkeit des Rades.

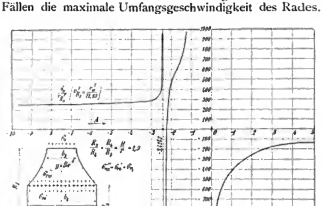


Fig. 764. Abhängigkeit der Stegspannung für den inneren Doppelkörper vom Koeffizienten A.

Die an der Stoßfuge zwischen Kranzzylinder und Kranzhyperboloid auftretende Radialspannung läßt sich nun gleichfalls berechnen, und zwar wird:

$$\sigma_r=\frac{v_a^2}{3{,}3\,A+8}\left\{305\cdot\frac{m\,q_1+1}{q_1-1}\cdot\left(\frac{R}{r}\right)^{q_1-1}-2110\right.$$
$$+\frac{(m\,q_1+1)(q_2-1)\left(\frac{R}{r}\right)^{q_1-1}-(m\,q_2+1)(q_1-1)\left(\frac{R}{r}\right)^{q_2-1}}{(m\,q_1+1{,}342)(q_2-1)\cdot\left(\frac{R}{r}\right)^{q_1+1}-(m\,q_2+1{,}342)(q_1-1)\cdot\left(\frac{R}{r}\right)^{q_2+1}}$$
$$\left.\left(2170+87\,(3{,}3\,A+8)-305\cdot\frac{m\,q_1+1{,}342}{q_1-1}\cdot\left(\frac{R}{r}\right)^{q_1-1}\right)\right\}\quad(14)$$

Ebenso die an der Grenzfläche zwischen Nabenhyperboloid und Nabenzylinder auftretende Radialspannung

$$\sigma_{r_0} = \frac{{v_a}^2}{3{,}3\,A + 8}\left\{42{,}7\cdot\frac{m\,q_1+1}{q_1-1}\cdot\left(\frac{r}{R}\right)^{q_1+1} - 66\right.$$

$$(m\,q_1+1)(q_2-1)\left(\frac{r}{R}\right)^{q_1-1} - (m\,q_2+1)(q_1-1)\left(\frac{r}{R}\right)^{q_2-1}$$

$$(m q_1 - 1{,}07)\cdot(q_2-1)\cdot\left(\frac{r}{R}\right)^{q_1+1} - (m q_2 - 1{,}07)(q_1-1)\cdot\left(\frac{r}{R}\right)^{q_2-1}$$

$$\left.\left(42{,}7\cdot\frac{m\,q_1-1{,}07}{q_1-1}\left(\frac{r}{R}\right)^{q_1-1} + 5{,}43\cdot(3{,}3\,A+8) - 52{,}8\right)\right\} \quad (15)$$

Am meisten interessiert hier der Verlauf der durch die Gleichungen 12 und 13 festgelegten Kurven zwischen der Stegspannung σ_0 und dem die Flankenkrümmung bestimmenden Koeffizienten A. Dieselben sind in den Fig. 763 und 764 zur Darstellung gebracht und lassen folgendes erkennen:

1. Beim äußeren Doppelkörper (Fig. 763) entspricht einem Wachsen des Koeffizienten A, d. h. der flacheren Neigung der Flanken, eine Zunahme der Spannung, welche an der Innenfaser des Hyperboloids wirken muß, um dort Gleichheit der radialen und tangentialen Spannungen herbeizuführen. Dieselbe ist durchwegs positiv wirkend, also für die vorliegenden Verhältnisse brauchbar, und eindeutig durch die Flankenkrümmung bestimmt.

Für den Wert $A = 0$, wo der Doppelkörper in einen einzigen Ring gleicher Dicke übergeht, ergibt sich hier eine positive Spannung von ca. 140 Atm., was sich auch mit Hilfe der Formel 2 leicht nachweisen läßt.

2. Beim inneren Doppelkörper (Fig. 764) besteht die Kurve zwischen σ_0 u. A aus drei Ästen, die für die Werte

$$A_1 = -\frac{8}{3+\frac{1}{m}} = -2{,}42424 \text{ und}$$

$$A_2 = 0$$

unendlich große Werte für σ_0 aufweisen. Nach dem Verlauf der Kurve können drei Zonen unterschieden werden:

a) Doppelkörper, deren Flankenkrümmung einem positiven Wert von A entspricht. Diese erfordern für $\sigma_r = \sigma_t$ an der Außenfaser eine negativ gerichtete Radialspannung, können also aus diesem Grunde nicht in Frage kommen.

b) Doppelkörper, deren Flankenkrümmungsexponent zwischen 0 und dem Werte $A = -2{,}4242$ schwankt.

Die hierdurch gekennzeichneten Körper wären, soweit positive Werte von σ_0 in Frage kommen, für die vorliegenden Verhältnisse brauchbar, sollen jedoch wegen ihrer schon bei kleinen Krümmungsänderungen stark schwankenden Spannung nicht in Betracht gezogen werden.

Indessen sei hier noch auf die interessante Tatsache hingewiesen, daß es bei einer Flankenkrümmung, entsprechend $A \infty -2{,}17$ und den bereits früher festgelegten radialen Abmessungen, möglich ist, einen Doppelkörper zu konstruieren, bei welchem neben der Radialspannung auch die Tangentialspannung an der Außenfaser gleich Null wird.

c) Doppelkörper, deren Krümmungsexponent $A <$ $-2{,}4242$.

Diese Art von Körpern weist, ähnlich wie die bereits behandelten äußeren Doppelkörper, für alle in Betracht kommenden Werte von A positive Werte für σ_0 auf und zeigt sich für den vorliegenden Zweck um so geeigneter, als in der Nähe des Wertes $A = -2{,}424$ die Krümmung für fast alle höheren Spannungen praktisch sich nicht ändert. Es ist deshalb möglich, bei den Naben sämtlicher hier behandelter Räder mit einer einzigen Krümmungskurve auszukommen.

Der Übergang des Doppelkörpers in einen zylindrischen Ring gleicher Dicke mit gleichen Spannungen an der Außenfaser ist hier nicht möglich, ohne daß unendlich große Spannungen erforderlich werden. Der Beweis hierfür kann wiederum mittels Formel 2 erbracht werden.

Mit Hilfe der durch die Formeln 12 und 13 gewonnenen und in den Fig. 763 und 764 dargestellten Kurven ist es jetzt möglich, für gewisse Höchstspannungen die Radbreite an den einzelnen Stoßfugen festzulegen. Da die Breiten an den Grenzflächen eines hyperbolischen Ringes sich verhalten wie $\left(\frac{R}{r}\right)^A$, so ist lediglich das bereits festgesetzte Verhältnis der Radien mit dem der gewählten Stegspannung σ_0 entsprechenden Wert von A zu potenzieren.

Für das Nabenhyperboloid, das für alle Räder konstante Krümmung erhält, wird mit $A = -2{,}44$ und den Bezeichnungen der Figur 764:

$$\frac{b_2}{b_3} = 1{,}9^{-2{,}44} = 0{,}208, \text{ oder}$$

$$\frac{b_3}{b_2} = 4{,}8.$$

Werden außerdem noch die Breitenverhältnisse des Steges für die einzelnen Höchstspannungen und für eine größte Umfangsgeschwindigkeit des Rades von $v_a = 100$ m/Sek. gemäß Formel 11 gerechnet, so erhält man die gewünschten Konstruktionsunterlagen für die betrachteten Scheibenräder aus nachfolgender Tabelle:

Stegspannung σ_0 in Atm.	Äußere Stegbreite $b_1 =$	Innere Stegbreite $b_2 =$	Nabenbreite $b_3 =$	Exponent A des Kanalhyperboloids
100	$1{,}405 \cdot b$	$15{,}21 \cdot b$	$73{,}2 \cdot b$	-4
200	$0{,}6 \cdot b$	$1{,}775 \cdot b$	$8{,}55 \cdot b$	$+4{,}5$
400	$0{,}204 \cdot b$	$0{,}351 \cdot b$	$1{,}685 \cdot b$	$+14$
500	$0{,}1295 \cdot b$	$0{,}2 \cdot b$	$0{,}96 \cdot b$	$+18$
600	$0{,}092 \cdot b$	$0{,}132 \cdot b$	$0{,}635 \cdot b$	$+21$
800	$0{,}0452 \cdot b$	$0{,}0608 \cdot b$	$0{,}292 \cdot b$	$+27{,}3$
1000	$0{,}0271 \cdot b$	$0{,}0337 \cdot b$	$0{,}102 \cdot b$	$31{,}8$

Hierbei stellt b die Kranzbreite des Rades dar, welche mit Rücksicht auf das Gewicht oder das Trägheits- bzw. Schwungmoment festgelegt wird.

Die Arbeit bei der Bestimmung dieser letztgenannten Größen wird gewöhnlich stark unterschätzt, in der Annahme, daß zweckentsprechende Formeln sich in jedem Ingenieurtaschenbuch vorfinden. Tatsächlich erfordert jedoch die Feststellung des Gewichtes und des Schwungmomentes in Ermangelung geeigneter Formeln für die einzelnen Körper einen ziemlich erheblichen Zeitaufwand, während das Endergebnis infolge der nur roh angenäherten Berechnung der großen Rundungen keine besonderen Ansprüche auf Genauigkeit erheben kann.

Aus diesem Grunde entstehen daher auch zwischen Besteller und Lieferanten wegen Überschreitung des mit der üblichen Toleranz zugestandenen Höchstgewichtes des öfteren Meinungsverschiedenheiten, die sich größtenteils erübrigen, wenn die Raddimensionen, vor allem aber Form, Gewicht und Trägheitsmoment der großen Rundungen nach einheitlichen Grundsätzen festgelegt werden können. Zu diesem Zwecke seien die Formeln für Gewicht und Trägheitsmoment eines mit hyperbolischen Flanken versehenen Ringes sowie eines nach Formel 11 konstruierten Ringkörpers gleicher Festigkeit hier noch angeführt.

Es ergibt sich für den hyperbolischen Ringkörper:

$$G = \frac{2\pi R^2 \cdot b \cdot \gamma}{A+2} \cdot \left(1 - \frac{1}{\left(\frac{R}{r}\right)^{A+2}}\right); \quad . \quad (16)$$

$$J = \frac{G}{g} \cdot \frac{A+2}{A+4} \cdot \frac{R^2}{\left(\frac{R}{r}\right)^2} \cdot \frac{\left(\frac{R}{r}\right)^{A+4} - 1}{\left(\frac{R}{r}\right)^{A+2} - 1} \quad . \quad (17)$$

Hierbei ist A der Exponent für die hyperbolische Flankenkrümmung und b die dem Radius R entsprechende Ringbreite.

Für den Ringkörper gleicher Festigkeit gilt dagegen:

$$G = R^2 \cdot \pi \cdot b \cdot \gamma \cdot \frac{e^{a\left[1-\left(\frac{r}{R}\right)^2\right]} - 1}{a}; \quad . \quad . \quad (18)$$

$$J = \frac{\pi \cdot \gamma \cdot R^4 \cdot b}{g \cdot a}$$

$$\cdot \left[e^{a\left[1-\left(\frac{r}{R}\right)^2\right]} \cdot \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{\left(\frac{R}{r}\right)^2}\right) - \left(1 + \frac{1}{a}\right)\right]. \quad . \quad (19)$$

Hier stellt a den Wert dar:

$$a = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{v^2}{2\sigma_0},$$

während v und b am Radius R gemessene Größen repräsentieren.

Die Auswertung dieser Formeln für die im vorliegenden Beispiel gewählten Verhältnisse ergibt unter Berücksichtigung der bereits festgelegten Breitenmaße für die einzelnen Körper die in folgender Tabelle aufgeführten Zahlenwerte:

Höchstspannungen die noch fehlenden Beanspruchungen in radialer und tangentialer Richtung zu bestimmen.

Hierzu sind außer den Formeln 14 und 15 nur noch die beiden für Ringe gleicher Dicke geltenden Formeln 1 und 2 erforderlich.

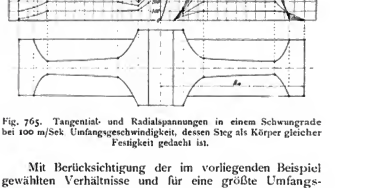


Fig. 765. Tangential- und Radialspannungen in einem Schwungrade bei 100 m/Sek Umfangsgeschwindigkeit, dessen Steg als Körper gleicher Festigkeit gedacht ist.

Mit Berücksichtigung der im vorliegenden Beispiel gewählten Verhältnisse und für eine größte Umfangsgeschwindigkeit $v_u = 100$ m/Sek. ergeben sich die in Fig. 765 dargestellten Spannungsdiagramme.

Dieselben lassen erkennen, daß die für den Steg gewählte Spannung tatsächlich den Höchstwert der Beanspruchung im Rade darstellt. Nur die für eine Stegspannung von 100 bzw. 200 Atm. durchgebildeten Räder zeigen an den Nabenpartien einen größeren Wert der Tangentialspannung als im Steg; doch kommen solche Räder infolge ihrer schlechten Massenausnutzung und ihrer

$\sigma_0 =$	100	200	400	500	600	800	1000	als Vielfaches von
Radgewicht Gr .	164 500	32 270	12 680	10 010	8 768	7 320	6 722	$Ra^2 \cdot b$
Schwungmoment (GD^2) . . .	144 000	47 000	29 200	26 400	25 100	22 850	22 000	$Ra^4 \cdot b$
Verteilungskoeffizient $k =$.	4.57	2.75	1.735	1.515	1.4	1.281	1.225	$k = \frac{G_0 \cdot D^2}{(GD^2)}$

Hierbei bedeutet k den sog. Verteilungskoeffizienten, der ausgedrückt wird durch den Quotienten:

$$\frac{\text{Radgewicht} \cdot \text{Quadrat des Außendurchmessers}}{\text{Schwungmoment}}$$

Der Wert $\frac{1}{k}$ stellt gleichsam den Wirkungsgrad der Konstruktion vor, indem er angibt, wie weit es gelungen ist, das Gesamtgewicht des Rades als Schwungmasse auszunutzen.

Wie aus obiger Tabelle ersichtlich, ist k von der zugelassenen Höchstspannung abhängig, und zwar würde für ein bestimmtes Schwungmoment, bei Zulassung einer höheren Spannung, also auf Kosten der Betriebssicherheit, mehr oder weniger an Material gespart werden können.

Mit Hilfe der Tabelle kann nun entschieden werden, ob die durch Verwendung von hochwertigem Material (etwa Nickelstahl) gegenüber gewöhnlichem Stahlguß erzielte Gewichtsersparnis nicht etwa durch den höheren Einheitspreis des besseren Baustoffes wieder aufgewogen wird.

Es erübrigt sich noch, um über die gesamte Spannungsverteilung im Rade im klaren zu sein, für einige unausführbaren Nabenbreite für praktische Fälle nicht in Betracht.

Es sei hier noch darauf hingewiesen, daß die an der Stoßfuge zwischen Nabenzylinder und Nabenhyperboloid herrschenden Radialspannungen mit Hilfe von Formel 15 wegen der Rechnung mit vielen Dezimalen nur annähernd bestimmt werden können. Man rechnet sich zweckmäßig einige leichter bestimmbare Werte von σ_{r2} und ergänzt die in Abhängigkeit vom Flankenkrümmungsexponenten A aufgetragenen Kurvenwerte auf zeichnerische Weise.

Auch Stodola hat bereits (siehe Z. d. V., Jahrgang 1907, S. 1269) auf die Unsicherheit in der Bestimmung der Nabenbeanspruchung hingewiesen und hofft, auf graphischem Wege die Schwierigkeiten zu umgehen. Für den Praktiker genügt indessen die an der Hand vieler Durchrechnungen festgestellte Tatsache, daß für die für ihn in Frage kommenden Fälle der nach obigen Normen konstruierten Räder die Stegspannung das Maximum der Beanspruchung darstellt.

Bei der Wahl der Höchstspannung ist zu berücksichtigen, daß Durchlochungen der Scheibe nach den bekannten Untersuchungen von Kirsch (siehe Z. d. V. D. I., Jahrgang 1898) die Materialbeanspruchung an den Loch-

rändern auf den 2 bis 3 fachen Wert steigern und ferner, daß Lunkerstellen und Hohlräume im Gußstück eine wesentliche Änderung in der Verteilung der tangentialen und radialen Innenkräfte herbeiführen können. Bei den sog. Ilgnerrädern aus S. M. Stahlguß rechnet man mit Rücksicht hierauf mit einer Höchstspannung, die durchschnittlich 8 bis 10 fache Sicherheit gegen Erreichung der aus Versuchsstäben gewonnenen Zugfestigkeit bietet und erhält unter Benutzung der oben gegebenen Dimensionierungstabelle konstruktiv sehr gut durchgebildete Radformen. Für Räder mit kleiner Kranzbreite ergeben sich indessen nach diesen Konstruktionsregeln Stegstärken, die wegen der allseitigen Bearbeitung der Räder auch in Stahlguß zwar praktisch noch wohl ausführbar sind, aber unter Berücksichtigung des Einflusses von nicht zutage tretenden Gußfehlern kaum zugelassen werden können, ohne die Betriebssicherheit einer Anlage stark herabzusetzen. Es wird sich deshalb als zweckmäßig erweisen, wenigstens für gegossene Räder die zulässige Höchstspannung in Abhängigkeit von der Kranzbreite zu wählen bzw. von dem die Kranzbreite bestimmenden und ziffernmäßig gegebenen Schwungmoment. Setzt man für die geringste Stärke des Steges ein Mindestmaß von 60 mm fest, so wird die zu wählende Stegspannung nach oben begrenzt und ergibt sich als Funktion der Größe $\frac{(GD^2)}{D_a{}^4}$ aus nachfolgender Tabelle:

$\frac{(GD^2)}{D_a{}^4}$ =	540	630	770	1050	1900
σ =	400	450	500	600	800

In den meisten Fällen wird man durch diese Festsetzung genötigt sein, nur Spannungen von 400 bis 600 Atm. zu verwenden, wie sie für S. M. Stahlguß von rd. 4500 Atm. Zugfestigkeit und 18% Dehnung zulässig sind. Da Nickelstahl bei richtiger Ausnutzung seiner höheren Festigkeit durchwegs zu kleine Stegstärken ergeben würde und infolge seines höheren Einheitspreises eine wesentliche Verbilligung durch Materialersparnis nicht zu erzielen ist, kann allgemein angenommen werden, daß S. M. Stahlguß für Scheibenräder bis zu 100 m/Sek. Umfangsgeschwindigkeit den bestgeeignetsten Baustoff darstellt. Größere Umfangsgeschwindigkeiten werden aber mit Rücksicht auf die stark anwachsenden Luftreibungsverluste nur sehr selten angewendet. — Die Dehnungen, welche für den Außendurchmesser gleichfalls in Fig. 765 als Funktion der Höchstspannung eingetragen sind, lassen sich mit Hilfe der oben angegebenen Formeln für jeden beliebigen Radpunkt gleichfalls bestimmen. Sie sind ziffernmäßig ausgedrückt im allgemeinen für den Praktiker nicht von Bedeutung, müssen aber sorgfältig errechnet werden, falls es sich darum handelt, ein Rad oder eine Scheibe aus mehreren Teilen herzustellen. Für ein mit 86 m/Sek. Umfangsgeschwindigkeit im Betrieb befindliches Rad wurde die Dehnung bereits durch Abschleifen von Bleiklötzen während der Beschleunigungsperiode des Rades gemessen (Versuch der Siemens-Schuckertwerke, Berlin) und hierbei verhältnismäßig gute Übereinstimmung mit der Berechnung erzielt. Rückschlüsse auf die der Konstruktion zugrunde liegende Theorie und den Bereich ihrer Gültigkeit würden dagegen nur vollständig exakte Messungen mit entsprechend fein anzeigenden Apparaten gestatten.

Versuche mit 100000 Volt-Transformatoren.

Von Dr. Gustav Benischke.

1. Hintereinanderschaltung der Transformatoren zur Erreichung von 200000 Volt.

Von der Porzellanfabrik Ph. Rosenthal & Co., A.-G., war ich beauftragt, ein Projekt zur Erweiterung ihrer bis 100000 Volt reichenden Prüfanlage auf 200000 Volt auszuarbeiten. Es gab zwei Möglichkeiten: erstens einen neuen Transformator bis 200000 Volt zu beschaffen, zweitens einen neuen Transformator bis 100000 Volt mit dem vorhandenen hochspannungsseitig hintereinander zu schalten, während die primären Wicklungen in Nebeneinanderschaltung an den Stromerzeuger angeschlossen sind. Ich entschied mich aus folgenden Gründen für das letztere: Für die Prüfung von Isoliermitteln ist die verfügbare Stromstärke ebenso wichtig wie die verfügbare Spannung. Ist die Stromleistung eines Transformators so klein, daß er bereits von den Vorentladungen, die namentlich bei den Prüfungen unter künstlichem Regen beträchtlich sind[1]), überlastet wird, so ist die an den sekundären Klemmen herrschende Spannung beträchtlich kleiner, als die aus dem Übersetzungsverhältnis berechnete. Je stärker die Entladungen werden, desto mehr sinkt die Spannung. Die normale Stromstärke eines Transformators für Isolationsprüfungen muß daher so groß sein, daß sie von dem bei Vorentladungen und bei Funkenüberschlägen auftretenden Strom nicht erheblich überschritten wird. Nach meiner Erfahrung schätze ich die normale Stromstärke, die verfügbar sein soll, auf 0,2 Amp. Das macht bei 100000 Volt eine normale Leistung von 20 KVA., bei 200000 Volt eine normale Leistung von 40 KVA. Es wäre also für den ersten der oben genannten Fälle ein neuer Transformator von 40 KVA. bei 200000 Volt, für den zweiten nur ein solcher von 20 KVA bei 100000 Volt nötig. Die gesamten Kosten (einschl. Installation) des ersten Falles wären nahezu die dreifachen des zweiten Falles. Dazu kommt, daß im zweiten Falle zwei gleiche Prüfeinrichtungen bis 100000 Volt zur Verfügung stehen, während

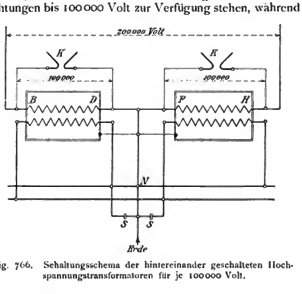


Fig. 766. Schaltungsschema der hintereinander geschalteten Hochspannungstransformatoren für je 100000 Volt.

im ersten Falle die Verwendung des neuen Transformators bei Spannungen unter 100000 Volt, also unter

[1]) Photographische Aufnahmen von Vorentladungen sind in Fig. 41 bis 43 eines früheren Aufsatzes (diese Zeitschrift 1908, Heft 3) wiedergegeben.

Fig. 767. Ansicht der Hochspannungsausführungen mit den Hörnerfunkenstrecken.

der halben normalen Spannung und unter der halben Erregung des Stromerzeugers, mindestens den doppelten Spannungsabfall ergeben hätte. Die gleichzeitige, getrennte Verwendung beider Transformatoren zur Prüfung gleicher Isolatoren auf gleiche Spannung wäre dann unzulässig gewesen. Gegenüber diesen Vorteilen konnte der einzige Nachteil, daß zur Hintereinanderschaltung der beiden Transformatoren eine kleine Änderung der Verbindungsleitungen vorgenommen werden muß, nicht in Betracht kommen, weil Prüfungen über 100000 Volt nicht zu den alltäglichen gehören.

Bei Hintereinanderschaltung zweier Transformatoren ist natürlich dafür Sorge zu tragen, daß die Spannung gegen Eisenkörper und gegen Primärwicklung in jedem Transformator nicht höher wird als 100000 Volt, damit nicht ein Durchschlag der Isolation eintritt. Ist z. B. die Isolation in der Nähe des Wicklungsendes *B* (Fig. 766) schlechter als an den übrigen Stellen der Wicklung in beiden Transformatoren, so würde dieses Wicklungsende das Potential des Eisenkörpers oder der Primärwicklung erhalten. Dann wäre am anderen Wicklungsende *H* die Spannung gegen Eisenkörper oder Primärwicklung gleich 200000 Volt, wenn jeder Transformator auf 100000 Volt transformiert. Daher wurden die miteinander verbundenen Pole *D F* der Hochspannung, die Eisenkörper und ein Pol der Niederspannung *N* an Erde gelegt, Überdies wurde der primäre Stromkreis durch Spannungssicherungen *S* für 500 Volt Überschlag gegen Erde gesichert.[1]) Zur Sicherheit dafür, daß auch bei falscher Schaltung oder Betriebsstörung in keinem der beiden Transformatoren mehr als 100000 Volt zwischen den Klemmen auftreten können, wurden Hörnerfunkenstrecken *K*, welche auf diese Spannung eingestellt sind, angeschlossen. Sie sind, wie Fig. 767 zeigt, an den aus konzentrischen Porzellan- und Mikanitröhren bestehenden Hochspannungsausführungen befestigt und mit den betreffenden Klemmen verbunden.

Fig. 768 zeigt ein Entladungsbild von 194000 Volt an einem vom Verfasser konstruierten und von der Porzellanfabrik Rosenthal ausgeführten Isolator.[2])

[1]) Obwohl der eine Pol dieses Stromkreises unmittelbar an Erde liegt, wurde auch da eine Spannungssicherung angeschlossen, für den Fall, daß die Pole einmal verwechselt würden.

[2]) Auf diesem Bilde sind auch Tropfen des unter 45° einfallenden künstlichen Regens zu sehen, so als ob es eine Momentaufnahme gewesen wäre. Das erklärt sich daraus, daß durch die grellleuchtenden Funkenentladungen einzelne Tropfen an gewissen Stellen momentan hell erleuchtet wurden. Daraus kann man die Geschwindigkeit fallender Tropfen bestimmen, denn die aufeinanderfolgenden Bilder eines und desselben Tropfens rühren von den aufeinanderfolgenden

2. Ermittlung der Streuung.

Bei der Inbetriebsetzung dieser Anlage machte ich Versuche zur Ermittlung der Streuung durch Bestimmung des Kupplungsfaktors.

Wie ich an anderem Orte[3]) gezeigt habe, gilt für den Kupplungsfaktor $\varkappa$ beziehungsweise den Streufaktor δ folgende Beziehung:

$$\varkappa = \sqrt{1 - \delta} = \ddot{u}\,\frac{J_2}{J_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

wobei J_1 die primäre, J_2 die sekundäre Stromstärke bei Kurzschluß und $\ddot{u}$ das Übersetzungsverhältnis (Verhältnis der Windungszahlen) des Transformators bedeutet. Bei diesen Transformatoren ist die normale Stromstärke auf der Hochspannungsseite rd. 0,2 Amp. Da es keinen transportablen Stromzeiger gibt, um so schwache Wechselströme für diesen Zweck genau genug messen zu können, wurden die beiden Transformatoren so geschaltet, daß einer auf den anderen arbeitet (Fig. 769), während die Niederspannung des zweiten Transformators hinter dem Stromzeiger kurzgeschlossen ist. Zur Messung des primären und tertiären Stromes wurden zwei Stromzeiger benutzt, die zum Zwecke ihrer Abgleichung vorher in den primären Stromkreis — beide hintereinander — eingeschaltet wurden, so daß die in Fig. 770 dargestellten Messungen mit keinen Eichfehlern, sondern nur mit Ablesungsfehlern, die auf weniger als $^1/_{10}$% geschätzt wurden, behaftet sind. Die Beziehung des gemessenen primären und tertiären Stromes zum Kupplungsfaktor ergibt sich aus folgendem.

Fig. 768. Entladungsbild bei ungefähr 200000 Volt und künstlichem Regen.

Für den zweiten Transformator, der unmittelbar kurzgeschlossen ist, gilt:

$$\varkappa = \ddot{u}\,\frac{J_3}{J_2}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Scheitelwerten des Wechselstromes her. Die dazwischenliegende Zeit ist also gleich der halben Periodendauer des Wechselstromes. Der in dieser Zeit zurückgelegte Weg ist gleich dem Abstand der aufeinanderfolgenden Bilder desselben Tropfens multiplizirt mit dem Größenverhältnis dieses Bildes.

Die Funkenentladungen gehen zunächst auf den untersten Mantel (über der Stutzhülse) zu, weil dieser bereits von dem schief einfallenden Regen getroffen wird.

[3]) »Die wissenschaftlichen Grundlagen der Elektrotechnik«, S. 259.

Macht man die Annahme, daß auch der erste Transformator als kurzgeschlossen gelten kann, so ist:

$$z' = \frac{1}{\ddot{u}} \cdot \frac{J_2}{J_1}, \quad \ldots \ldots \quad (3)$$

Es muß hier $\frac{1}{\ddot{u}}$ statt $\ddot{u}$ stehen, weil der erste Transformator niederspannungsseitig, der zweite hochspannungsseitig gespeist wird. Nimmt man nun an, daß die

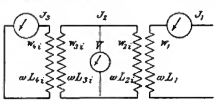


Fig. 769. Gegenschaltung der Transformatoren.

Kupplungsfaktoren z und z' einander gleich sind, da die beiden Transformatoren gleichartig sind, so ist:

$$z^2 = \frac{J_3}{J_1} \quad \ldots \ldots \quad (4)$$

Es ist nun zu untersuchen, wie weit dies für den ersten Transformator, der nicht unmittelbar kurzgeschlossen ist, Gültigkeit hat. Die streng gültige Grundgleichung[1]) für die beiden Ströme des ersten Transformators lautet:

$$\frac{J_2}{J_1} = z \, \frac{\sqrt{\varrho^2 + \omega^2 \lambda_1^2}}{\sqrt{w_2^2 + (\omega \mathfrak{L}_2)^2}} \cdot \frac{\sqrt{\varrho^2 + \omega^2 \lambda_{2i}^2}}{\sqrt{w_2^2 + (\omega \mathfrak{L}_{2i})^2}} \quad \ldots \ldots \quad (5)$$

Es bedeutet:

w_1	den Ohmschen Widerstand	der primären Wicklung,	
$\omega \mathfrak{L}_1$	den induktiven Widerstand		
w_{2i}	den Ohmschen Widerstand	der sekundären Wicklung,	
$\omega \mathfrak{L}_{2i}$	den induktiven Widerstand		
w_2	den Ohmschen Widerstand	des ganzen sekundären Stromkreises.	
$\omega \mathfrak{L}_2$	den induktiven Widerstand		

[1]) »Die wissenschaftlichen Grundlagen der Elektrotechnik«, S. 257.

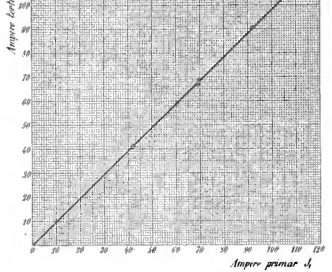


Fig. 770. Tertiärer Strom in Abhängigkeit des primären Stromes.

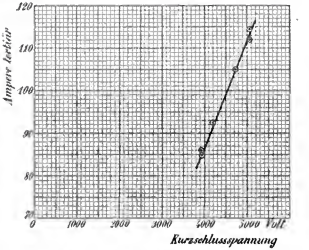


Fig. 771. Tertiärer Strom in Abhängigkeit der Kurzschlußspannung.

Nun ist dieser Transformator mit dem kurzgeschlossenen zweiten Transformator belastet (Fig. 769). Mithin ist:

$$w_2 = w_{2i} + \varrho$$
$$\omega \mathfrak{L}_2 = \omega \mathfrak{L}_{2i} + \omega \lambda,$$

wobei ϱ den äquivalenten Ohmschen Widerstand und $\omega \lambda$ den äquivalenten induktiven Widerstand des zweiten, kurzgeschlossenen Transformators bedeutet. ϱ und $\omega \lambda$ ergeben sich nach folgenden Gleichungen[1]) aus den Kurzschlußwerten des zweiten Transformators:

$$\varrho = \frac{P_2}{J_2^2}$$

$$\omega \lambda = \sqrt{\left(\frac{K_2}{J_2}\right)^2 - \varrho^2}$$

Hier bedeutet K_2 die Spannung, J_2 den Strom, P_2 den Wattverbrauch des zweiten, kurzgeschlossenen Transformators. K_2 wurde durch einen an die Hochspannungsklemmen angeschlossenen statischen Spannungszeiger V (Fig. 769) gemessen. Die abgelesenen Werte sind in Fig. 771 eingetragen. Demnach ist bei $J_3 = 91$, $K_2 = 4200$. P_2 ist nach Angabe der Fabrik 276. Für J_3 ergibt sich 0,203 unter der Annahme $J_2 N_2 = J_3 N_3$, also unter Vernachlässigung der Streuung. Diese Genauigkeit ist bei weitem ausreichend, denn wie sich im folgenden zeigen wird, ist ϱ verschwindend klein, und $\omega \lambda$ hat nur sehr wenig Einfluß auf z. Es ergeben sich nun folgende Zahlenwerte:

$$\varrho = \frac{276}{0{,}203^2} = 6700$$

$$\omega \lambda = \sqrt{\left(\frac{4200}{0{,}203}\right)^2 - 6700^2} = 19\,300.$$

Der Ohmsche Widerstand der Hochspannungswicklung ist $w_{2i} = 3440$. Der induktive Widerstand $\omega \mathfrak{L}_{2i}$ ergibt sich aus den Leerlaufwerten. Der Leerlaufstrom wurde niederspannungsseitig zu 16 Amp. gemessen. Das sind 816 Amperewindungen. Ebensogroß sind die Amperewindungen bei hochspannungsseitigem Leerlauf. Daraus ergibt sich der Hochspannungs-Leerlaufstrom zu 0,035. Mithin ist:

$$\sqrt{w_{2i}^2 + (\omega \mathfrak{L}_{2i})^2} = \frac{100\,000}{0{,}035} = 2\,860\,000.$$

[1]) »Die wissenschaftlichen Grundlagen der Elektrotechnik«, S. 238.

Daraus folgt

$$\omega\mathfrak{L}_{2'} = 2\,860000;$$

denn $w_{2'}{}^2$ verschwindet gegen $(\omega\mathfrak{L}_{2'})^2$.

Es ergeben sich nun folgende Zahlen für die Widerstände des ganzen sekundären Stromkreises:

$$w_2 = w_{2'} + \varrho = 3440 + 6700 = 10140,$$

$$\omega\mathfrak{L}_2 = \omega\mathfrak{L}_{2'} + \omega\lambda = 2\,860000 + 19\,300 = 2\,879000.$$

Es ist also selbst für genaueste Rechnungen $w_2{}^2$ verschwindend klein gegen $(\omega\mathfrak{L}_2)^2$.

Mithin geht Gleichung 5 über in:

$$\frac{J_2}{J_1} = \varkappa\,\frac{\sqrt{\omega\mathfrak{L}_1}\;\sqrt{\omega\mathfrak{L}_{2'}}}{\omega\mathfrak{L}_{2'} + \omega\lambda}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Für den zweiten Transformator gilt analog zu Gleichung 5:

$$\frac{J_3}{J_2} = \varkappa\,\frac{\sqrt{\omega\mathfrak{L}_{3'}}\;\sqrt{\omega\mathfrak{L}_{4'}}}{\sqrt{w_4{}^2 + (\omega\mathfrak{L}_4)^2}}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

wobei $\omega\mathfrak{L}_{3'}$ und $\omega\mathfrak{L}_{4'}$ den induktiven Widerstand der dritten bzw. vierten Wicklung (primäre bzw. sekundäre Wicklung des zweiten Transformators) bedeutet, während sich w_4 und $\omega\mathfrak{L}_4$ auf den ganzen vierten Stromkreis beziehen. Da dieser unmittelbar kurzgeschlossen ist, so ist:

$$\omega\mathfrak{L}_{4'} = \omega\mathfrak{L}_4$$

und weil $w_4{}^2$ gegen $(\omega\mathfrak{L}_4)^2$ verschwindet, so ist:

$$\frac{J_3}{J_2} = \varkappa\,\frac{\sqrt{\omega\mathfrak{L}_{3'}}}{\sqrt{\omega\mathfrak{L}_4}}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

Aus Gleichung 6 und 8 folgt nun

$$\frac{J_3}{J_1} = \varkappa^2\,\frac{\sqrt{\omega\mathfrak{L}_1}\;\sqrt{\omega\mathfrak{L}_{2'}}\;\sqrt{\omega\mathfrak{L}_{3'}}}{(\omega\mathfrak{L}_{2'} + \omega\lambda)\;\sqrt{\omega\mathfrak{L}_4}}. \quad . \quad . \quad (9)$$

Da die beiden Transformatoren gleichartig sind, so ist:

$$\omega\mathfrak{L}_1 = \omega\mathfrak{L}_4$$

$$\omega\mathfrak{L}_{2'} = \omega\mathfrak{L}_{3'}$$

mithin

$$\frac{J_3}{J_1} = \varkappa^2\,\frac{\omega\mathfrak{L}_{2'}}{\omega\mathfrak{L}_{2'} + \omega\lambda} = \varkappa^2\,\frac{\mathfrak{L}_{2'}}{\mathfrak{L}_{2'} + \lambda} \quad . \quad (10)$$

oder

$$\varkappa = \sqrt{\frac{J_3}{J_1}\cdot\frac{\omega\mathfrak{L}_{2'} + \omega\lambda}{\omega\mathfrak{L}_{2'}}}.$$

Ist der äquivalente induktive Widerstand $\omega\lambda$ des zweiten, kurzgeschlossenen Transformators vernachlässigbar klein gegen den induktiven Widerstand $\omega\mathfrak{L}_{2'}$ der Sekundärwicklung des ersten Transformators, so geht die letzte Gleichung über in Gleichung 4. Aus der letzten Gleichung ergibt sich, wenn man für J_3 und J_1 zusammengehörige Werte aus Fig. 770 entnimmt:

$$\varkappa = \sqrt{\frac{91}{93}\cdot\frac{2879000}{2860000}} = \sqrt{0{,}978\cdot 1{,}007} = 0{,}993.$$

Aus der vereinfachten Gleichung 4 ergibt sich

$$\varkappa = \sqrt{\frac{91}{93}} = \sqrt{0{,}978} = 0{,}989.$$

Der Unterschied zwischen der genaueren und der vereinfachten Formel beträgt also nur 0,4 %. Dabei genügt es, $\omega\lambda$ näherungsweise zu kennen, denn selbst wenn dies um 20 % falsch ist, ändert sich $\varkappa$ nur um 0,1 %.

Diese Methode ist so vorteilhaft, daß sie sich immer empfiehlt, wenn zwei gleiche Transformatoren zur Verfügung stehen. Bei der Messung der Ströme an einem Transformator braucht man im allgemeinen zwei Stromzeiger von verschiedenem Meßbereich, so daß man sie nicht gegenseitig abgleichen kann, während das bei dieser Methode möglich ist, so daß man von den Eichfehlern unabhängig wird. Ob es bei Transformatoren für geringere Spannung als hier zweckmäßiger ist, die Hochspannungs- oder Niederspannungswicklungen aufeinander arbeiten zu lassen, hängt lediglich von den verfügbaren Stromzeigern und von der Stromquelle ab. Bei kleinen Transformatoren für hohe Spannungen kann es sich empfehlen, zur Messung der Ströme auf den Hochspannungsseiten Spannungszeiger zu benutzen, die als Stromzeiger eingeschaltet und dann in einem Stromkreis in Hintereinanderschaltung gegenseitig abgeglichen werden, und zwar in willkürlichen Einheiten, weil hier nur das Verhältnis in Betracht kommt.

Kleine Nachrichten.

Bau der Fahrzeuge.

Eine kräftige elektrische Güterzuglokomotive amerikanischer Bauart. Die Fig. 772 stellt die Ansicht einer neueren elektrischen Güterzuglokomotive amerikanischer Bauart dar, welche von der Transit Development Co. für die Brooklyn Rapid Transit Co. erstellt wurde. Sie ist mit zwei Stromabnehmern ausgerüstet, um sicher die hohe Stromstärke abnehmen zu können, welche sie bei voller Belastung braucht. Die Stromabnehmer schleifen an der Fahrleitung des Brooklyn Rapid Transit System.

Die weitere elektrische Ausrüstung besteht aus vier Motoren von zusammen 600 PS. Die Triebräder haben einen Durchmesser von 91 cm, die Spurweite beträgt 1435 mm. Die gesamte Länge der Lokomotive über alles ist 9,4 m und die ganze Höhe 4 m; sie wiegt 57 t.

Die Lokomotive ist ganz aus Stahl gebaut; sie ist mit Gould-Kuppelungen versehen. Die elektrische Bedienung geschieht nach dem System der Vielfachsteuerung. Der gesamte Radstand beträgt 6,7 m, der Radstand im Drehgestell 1,77 m.

Die Maschine ist imstande, einen schweren Zug mit einer Geschwindigkeit von 30 km pro St. zu ziehen. Sie soll für den Dienst auf der Brooklyn Rapid Transit-Bahn sehr geeignet sein. C. Perkins.

Fig. 772. Güterzuglokomotive der Brooklyn Rapid Transit Co.

Wirtschaftliche Untersuchungen.

In der Zeitschrift Glückauf Nr. 14. vom 4. April 1908 behandelt Herr Dipl.-Ing. R. Scharf, Hannover, in seinem Aufsatze **„Wirtschaftliche Erzeugung und Ausnutzung von Dampf und Kraft im Kalibergbau"** die Frage, wie am zweckmäßigsten auf Kaliwerken die maschinellen Anlagen auszuführen sind. Hinsichtlich des Antriebes der Mühle und des großen Ventilators kommt er zu dem Ergebnis, daß der elektrische Antrieb wirtschaftlich zwar weniger günstig als der Antrieb durch Einzeldampfmaschinen sei, daß jedoch der Unterschied zwischen den Betriebskosten beider Antriebsarten kein erheblicher sei und daher wegen der vielen betriebstechnischen Vorteile dem elektrischen Antrieb der Vorzug gegeben werden müsse. Die Berechnung, die den Verfasser zu diesem Schlusse führt, ist nicht einwandfrei, doch kann davon abgesehen werden, auf die Einzelheiten dieser Berechnung näher einzugehen, da der zweite Vergleich, der für die Hauptschacht-Fördermaschinen, bedeutend wichtiger ist und ähnliche Fehler enthält, die nachstehend kurz skizziert sein mögen.

Das Ergebnis, zu dem Herr Scharf auf Grund seiner Berechnung kommt, ist das, daß eine Dampffördermaschine einen Dampfverbrauch von 45 kg für die Schacht-PS.St. im Jahresdurchschnitt haben müsse, um gleich ungünstig zu arbeiten, wie eine elektrische Fördermaschine. Die hauptsächlichsten Fehler, die dieses Ergebnis herbeiführen, sind folgende:

1. Die Kosten für Schmierung, Bedienung und Unterhaltung setzt der Verfasser zu M. 5350 gegen M. 2225 bei der Dampffördermaschine an, wobei er einen Betrag von 2 Pf. zugrunde legt, der sich bei der Anlage Hermannschacht der Mansfeldschen kupferschieferbauenden Gewerkschaft für eine Schacht-PS.St. ergeben hat. Bei letzterer Anlage steht aber der Umformer mehrere Kilometer vom Kraftwerk entfernt in einem besonderen Hause, erfordert also auch besondere Wartung, während er für gewöhnlich im Kraftwerk steht und von dem Maschinisten im Kraftwerk mit bedient werden kann. Die Kosten für Bedienung usw. sind daher nicht höher als bei einer Dampffördermaschine anzusetzen.

2. Die Anlagekosten des Kraftwerkes verteilt der Verfasser im Verhältnis des Arbeitsverbrauches der Förderanlage und der übrigen Betriebe, während er den Unterschied zwischen den Kosten des Kraftwerkes für den Fall, daß nur die übrigen Betriebe elektrisch angetrieben werden, die Fördermaschine aber eine Dampffördermaschine ist, und für den Fall, daß auch die Fördermaschine elektrischen Antrieb erhält, ausrechnen müßte.

3. Die Erhöhung der Anlagekosten der Kesselanlage, die sich bei einer Dampffördermaschine gegenüber einer elektrischen Fördermaschine ergeben, werden in der Berechnung nicht mit berücksichtigt.

4. Die Ersparnisse, die sich durch den Anschluß der Fördermaschine an das Kraftwerk für den Kohlenverbrauch der übrigen Betriebe dadurch ergeben, daß größere Dampfmaschinen mit günstigerem Dampfverbrauch die Energie für die übrigen Betriebe liefern, sowie dadurch, daß die Kesselanlage gleichmäßiger belastet ist und daher besser ausgenutzt werden kann, werden vom Verfasser vernachlässigt.

5. Für Abschreibung der Anlagekosten wird für die Dampffördermaschine und die elektrische Fördermaschine der gleiche Betrag, und zwar der sehr hohe Wert von 10% eingesetzt, was einer Lebensdauer von noch nicht neun Jahren entspricht, statt für die elektrische Fördermaschine eine Lebensdauer von etwa 20 und für die Dampffördermaschine eine solche von etwa 15 Jahren zugrunde zu legen.

6. Der Verbrauch der Dampffördermaschine an Sonn- und Feiertagen, an denen die Maschine und ihre Frischdampfleitung unter Dampf gehalten werden müssen, wird vernachlässigt.

7. Die Ersparnisse der elektrischen Fördermaschine bei den Versatzzügen, während welcher sie Energie zurückgibt, während die Dampffördermaschine Dampf verbraucht, sowie die Ersparnisse der elektrischen Fördermaschine bei den Seilfahrtszügen werden vernachlässigt.

Die hier aufgeführten Fehler in der von Herrn Dipl.-Ing. Scharf gegebenen Vergleichsrechnung hervorzuheben, erschien nicht nur deswegen nötig, weil jene Abhandlung zweifellos in beteiligten Kreisen ein falsches Bild über die Wirtchaftlichkeit elektrischer Förderanlagen verbreitet, sondern auch deswegen, weil ähnliche Fehler und Vernachlässigungen in Vergleichsrechnungen zwischen beiden Fördermaschinenarten in letzter Zeit sehr oft zutage getreten sind, zum großen Nachteil der elektrischen Förderanlage. Es kann daher nicht oft genug auf diese Fehler aufmerksam gemacht werden, um der elektrischen Fördermaschine nach Möglichkeit zu ihrem Recht zu verhelfen und ihr diejenige Stellung zu sichern, die ihr zukommt.

Ph.

Zuschriften an den Herausgeber.

(Abgedruckt ohne Verantwortlichkeit des Herausgebers.)

In dem, im Hefte Nr. 30, unter dem Titel: **„Über die Einführung des elektrischen Zugbetriebes auf Vollbahnen"** erschienenen Aufsatz des Herrn E. Frischmuth befindet sich eine Zusammenstellung über europäische Kraftwerke mit Spannungen von 30000 Volt und darüber, in welcher folgende zwei Anlagen fehlen:

1. Manojlovac in Dalmatien, 30000 Volt, im Jahre 1905 erbaut. Leistung des Kraftwerkes 4 × 6000 PS. Länge der Fernleitung 37 km.

2. Subiaco bei Rom in Italien, Spannung 30000 Volt, gebaut im Jahre 1905. Leistung des Kraftwerkes 2 × 6000 PS. Länge der Fernleitung 70 km.

Beide Anlagen wurden durch unsere Firma erbaut, und bei beiden Anlagen wird die hohe Spannung direkt durch die Generatoren erzeugt.

Demselben Aufsatze ist eine Tafel beigelegt, in der die Daten der verschiedenen elektrischen Lokomotiven zusammengestellt sind; in dieser Tafel ist auch die von unserer Firma gebaute Lokomotive der Veltlinbahn angeführt.

Die zuletzt für diese Bahn ausgeführten Lokomotiven sind mit zwei Motoren ausgerüstet, von welchen der eine eine Stundenleistung von 1800 PS, der andere eine solche von 1200 PS besitzt. Die synchrone Drehzahl des einen Motors beträgt 225, diejenige des anderen 180 pro Min., bei Kaskadenschaltung der beiden Motoren 90 Umdr. pro Min. Dementsprechend werden drei Hauptgeschwindigkeiten, von 64, 42 und 25 km pro Stunde erreicht.

Bei den drei Geschwindigkeitsstufen leistet die Lokomotive daher 1800, 1200, resp. in Kaskadenschaltung 1300 PSe.

Die entsprechenden Zugkräfte betragen am Radumfange für die beiden höheren Geschwindigkeitsstufen rd. 8 t, für die Kaskadenschaltung rd. 13 t.

Die Überlastungsfähigkeit ist dieselbe wie in der Tafel angegeben.

Budapest, den 30. Oktober 1908.

Ganzsche Elektrizitäts-Akt.-Ges.

In dem in Heft Nr. 30 abgedruckten Aufsatze: **„Über die Einführung des elektrischen Zugbetriebes auf Vollbahnen"** von E. Frischmuth, Berlin, sind in der Tabelle auf S. 609 als Erbauerin der »Zentrale Heimbach« die S. S. W. genannt.

Wir berichtigen diese Angabe dahin, daß wir resp. die Elektrizitäts-Akt.-Ges. vorm. W. Lahmeyer & Co. die Generalunternehmerin für die Erbauung dieses Werkes waren, und nur die Schaltanlage und die Transformatoren von den S. S. W. erstellt wurden.

Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke, Akt.-Ges.

Aus den Geschäftsberichten.

Auszug aus dem Jahresbericht der Strafsen-Eisenbahn-Gesellschaft in Hamburg für das Jahr 1907. Die Frequenz auf dem Bahnnetze der Gesellschaft hat sich, auch wenn man den durch die neueröffneten Strecken hinzugekommenen Verkehr mit berücksichtigt, im Geschäftsjahr 1907 in erfreulicher Weise weiter gehoben. Es wurden gegen Einzelzahlung insgesamt 121 330 128 Personen gegen 112 569 550 Personen im Vorjahre befördert; daß sind 8 760 578 Personen oder 7,78% mehr. Die Einnahmen aus Fahrscheinen sind hierbei von M. 13 316 055,55 auf M. 14 258 433,20, d. h. um M. 942 376,55 oder 7,08% gestiegen. Die Einnahmen aus den Abonnements haben sich von M. 1 405 700,75 auf M. 1 433 356,42 gehoben; das sind M. 27 655,67 oder 1,97% mehr als im Vorjahre.

Die Abonnementseinnahme entspricht ungefähr 28 670 000 Abonnentenfahrten, so daß demnach die Gesamtzahl der beförderten Personen rd. 150 000 000 gegen 140 720 000 im Vorjahre beträgt; die Zahl der Fahrgäste ist also insgesamt um 6,6% gestiegen.

Die Wagen durchliefen:

	1907		1906	
im Betriebe	41 168 847	km	38 596 916	km
als Sonderwagen . .	36 463	»	31 759	»
auf Transporten usw. .	418 232	»	379 262	»
zusammen	41 623 542	km	39 007 937	km

Die durchschnittlichen Einnahmen betrugen:

	1907:	1907:
pro Wagen-km (ohne Abonnenten)	34,60 Pf.	34,50 Pf.
pro Fahrschein	11,75 »	11,85 »

Um dem stärkeren Verkehrsbedürfnisse genügen zu können, wurde unser Wagenpark um 50 mit großen geschlossenen Plattformen versehene Anhängewagen vermehrt; auch haben wir, um für die neuen Wagen Unterkunftsräume auf den Bahnhöfen zu schaffen, den Betriebsbahnhof in Horn durch den Bau einer neuen, 40 Wagen fassenden Halle nebst dazugehörigen Nebenräumen vergrößert.

Die Betriebseinnahmen des abgelaufenen Geschäftsjahres betrugen:

Für Beförderung von Personen gegen Einzelzahlung und Beförderung der Post M. 14 264 574,80 gegen M. 13 322 452,55 im Jahre 1906, für Abonnements M. 1 433 356,42 gegen M. 1 405 700,75 im Jahre 1906, für Extrawagen M. 15 798,73 gegen M. 14 199,30 im Jahre 1906, zusammen M. 15 713 729,95 gegen M. 14 742 352,60 im Jahre 1906.

Zu diesen Betriebseinnahmen kommen noch M. 797 901,83 diverse Einnahmen, darunter außer dem Gewinn der Wagenbauanstalt Falkenried noch die von den einzelnen Gemeinden und Interessenten für den Bau einer elektrischen Bahn von Eimsbüttel nach Stellingen und von Lokstedt nach Niendorf geleisteten Zuschüsse, welche wir auf den Konten »Bahnbau« und »Oberirdische Leitung« in ganzer Höhe wieder zu Extraabschreibungen verwendet haben. Hiernach stellt sich die Gesamteinnahme auf M. 16 511 631,78 gegen M. 14 975 233,21 im Jahre 1906.

Die Betriebsausgaben betrugen laut Abrechnung M. 8 195 718,55 gegen M. 7 357 513,73 im Jahre 1906, also M. 838 204,82 mehr als im Vorjahre.

Zu diesen M.	8 195 718,55	kommen
»	1 536 260,71	Steuern und Abgaben,
»	604 892,46	Zinsen,
»	41 087,66	Entschädigung für Unfälle und
»	261 635,15	für Wohlfahrtseinrichtungen, so daß die Gesamtausgaben
	M. 10 639 594,53	betrugen und ein Bruttoüberschuß von M. 5 872 037,25 gegen M. 5 362 986,49 im Vorjahre verbleibt.

Die Konzessionsabgabe, jedoch ohne Dividendenanteil, betrug:

für Hamburg .	M.	1 179 327,88
» Altona . .	»	128 531,67
» Wandsbek .	»	17 707,70
» Harburg .	»	8 384,44
zusammen	M.	1 333 951,69

Für Gehälter und Löhne des Betriebspersonals wurden verausgabt M. 3 774 493,48 gegen M. 3 351 150,00 im Jahre 1906. Die Mehrausgabe von M. 423 343,48 war bedingt durch Aufbesserung der Gehälter, Aufrücken der Angestellten in die höheren Gehaltsklassen und Neueinstellung von Personal infolge Vermehrung der Fahrleistungen.

Die Länge der Gleise betrug Ende 1907:

1. auf Hamburger Gebiet:			
a) auf öffentlichem Grunde . .	216 173 m		
b) auf nichtöffentlichem Grunde einschl. der Bahnhofs- und Rangiergleise	19 108 m	235 281 m	
2. auf preußischem Gebiete:			
a) auf öffentlichem Grunde . .	74 620 m		
b) auf nichtöffentlichem Grunde	5 216 m	79 836 m	
zusammen		315 117 m	

Ende 1907 waren vorhanden:

50	vierachsige Motorwagen,
1	dreiachsiger Motorwagen,
520	zweiachsige zweimotorige Motorwagen,
109	zweiachsige einmotorige Motorwagen einschließlich eines Versuchswagens,
1	Last-Automobil,
1	Turmwagen-Automobil,
zusammen 682	Stück.

Nachdem 5 Anhängewagen der früheren Trambahn ausrangiert und zwei frühere Einspänner zu Wagen für Sand- und Salzstreuen umgebaut worden sind, waren Ende 1907 vorhanden:

19	Anhängewagen der früheren Trambahn,
258	Anhängewagen, frühere Einspänner,
200	große neue Anhängewagen,
76	desgl. mit großen glasverkleideten Plattformen,
33	Wagen für Sand- und Salzstreuen,
1	Radsatz-Transportwagen,
zusammen 587	Stück.

Digitized by Google

Nach der Abrechnung beträgt der Bruttogewinn M. 5 872 037,25. Für Abschreibungen, einschließlich der Extraabschreibungen und Rücklagen in den Erneuerungsfonds, sind M. 3 092 487,28 verwandt und verbleibt somit ein Reingewinn von M. 2 779 549,97. Nach Abzug von 4% Dividende auf M. 21 000 000,00 Aktienkapital, der statutenmäßigen Tantieme an den Aufsichtsrat und der vertragsmäßigen Tantieme an Vorstand und Beamte wird der verbleibende Gewinn wie folgt verteilt:

6% weitere Dividende M. 1 260 000,00, vertragsmäßiger Dividendenanteil an Hamburg und Harburg M. 338 475,10 und Überweisung von M. 18 715,84 an den Spezialreservefonds.

Neue Bücher.

Experimentaluntersuchungen über die Selbstinduktion in Nuten gebetteter Spulen bei hoher Frequenz. Von Dr.-Ing. Hermann Niebuhr, Berlin. Verlag von Julius Springer. 1907. Die Arbeit berichtet über Versuche, welche einen Beitrag zur Kenntnis des Einflusses hoher Periodenzahlen auf die Selbstinduktion von Ankerspulen liefern.

Die Versuchsanordnung zur Feststellung der Selbstinduktionskoeffizienten besteht aus einem Differentialtransformator, dessen erste Wicklung über die zu untersuchende Spule und dessen zweite Wicklung über ein Selbstinduktionsvariometer und einen Widerstand von derselben Wechselstromquelle gespeist werden. An eine Prüfspule des Transformators schließt sich der Kreis eines Telephons oder Vibrationsgalvanometers an, um feststellen zu können, daß die Kraftflüsse der beiden Wicklungen des Transformators sich aufheben.

Es wird die Abhängigkeit der Selbstinduktionskoeffizienten bei verschiedener Lage der Spulenseiten von der Periodenzahl, und der Einfluß benachbarter kurzgeschlossener Spulen bei verschiedener Periodenzahl dargestellt. Die Dämpfung durch massive Kupferstäbe bei verschiedenem Stabquerschnitt und die effektive Permeabilität von massivem Eisen in Abhängigkeit von der Periodenzahl werden untersucht. — Die Anwendbarkeit der benutzten Formeln für ähnliche Fälle der Praxis wird durch die Übereinstimmung der nach den Formeln berechneten Größen mit den experimentell ermittelten bewiesen. E. M.

Praktische Gesichtspunkte bei direktem Zusammenbau der Dynamos mit ihren Antriebsmaschinen. Von B. Rosenfeld. Die beim direkten Zusammenbau der elektrischen Maschine mit dem Antriebsmotor zu berücksichtigenden Maßnahmen, sind entsprechend den verschiedenen Stromarten übersichtlich zusammengestellt und die für Antrieb durch Kurbelmasehinen und Wasserturbinen in der Praxis üblichen Anordnungen der Lager, Fundamentanschlüsse, Gehäusefüße, Kupplungs- und Schwungradausbildungen und Anbau der Erregermaschinen an der Hand von Skizzen besprochen. Es sind hier einige wertvolle Winke für die Zugänglichkeit der Stromabnehmer, Bürsten und Lager, sowie für leichte Montage und Demontage angeführt. Beim Zusammenbau mit Wechselstrommaschinen oder der Anordnung zweier Wechselstrommaschinen auf gemeinsamer Welle, ist wohl auf die Wichtigkeit einer von der Wellentorsion unabhängigen Aufbringung der Polräder hingewiesen, doch ist gerade diesem, in der Praxis noch immer nicht genügend gewürdigtem Punkte, ein etwas zu kleiner Raum zugedacht worden. Den Abschluß der Arbeit bildet die Zusammenfassung einiger mit Rücksicht auf die elektrische Maschine an den Antriebsmotor zu stellenden Bedingungen, denen aber in mancher Hinsicht nicht volle Zustimmung erteilt werden kann.

Wenn auch der Rahmen der vorliegenden Arbeit ein tieferes Eingehen auf konstruktive Ausführungen nicht zuläßt, so wird dem Projektierenden in der fließend abgefaßten Abhandlung manche beachtenswerte Anregung geboten. K. Czeija.

Die Berechnung elektrischer Anlagen auf wirtschaftlichen Grundlagen. Von Dr.-Ing. F. W. Meyer. Mit 49 Figuren. Berlin 1908. Verlag von Julius Springer. M. 7, geb. M. 8.

Die vorliegende Arbeit bildet, wie der Verfasser in seinem Vorworte selbst sagt, eine Vervollkommnung der bisherigen Wirtschaftstheorie für elektrische Anlagen unter Anlehnung bzw. Kritisierung der bisherigen Untersuchungen auf diesem Gebiete. Auf Grund eingehender mathematischer Abwicklungen, ausgehend von der bekannten Gleichung für die gesamten Kosten einer elektrischen Anlage, bringt der Verfasser der Reihe nach die Billigkeit, Wirtschaftlichkeit usw. zur Behandlung. Dabei werden die bei höheren Spannungen für alle Teile der Anlage (Maschinen, Leitungen, Masten, Isolatoren etc.) wachsenden Kosten in Form von »Verteuerungsfunktionen« berücksichtigt. Interessant ist auch beispielsweise das Resultat, daß für die Wirtschaftlichkeit eine »Höchst- oder Grenzspannung« nicht vorhanden ist.

Das Buch gliedert sich in eine Einleitung und zwei Teile. In der Einleitung wird zunächst der Inhalt des Werkes in großen Zügen charakterisiert und zwar der Wirtschaftsverbrauch im allgemeinen, die wirtschaftstheoretischen Voraussetzungen, die Billigkeit, die reine Wirtschaftlichkeit, die Rentabilität, die Exploitation und die Exploitationsrentabilität.

Der erste Teil behandelt dann die unbeschränkte Energieerzeugungsmöglichkeit bei fixiertem Verbrauch und umfaßt die Billigkeit, die Wirtschaftlichkeit und die Rentabilität bei verschiedenen Erzeugungskosten, ferner die Wirtschaftlichkeit und schließlich die Rentabilität im allgemeinen.

Im zweiten Teile wird unter der Überschrift »Die beschränkte Energieerzeugungsmöglichkeit« über die Exploitation und die Exploitationsrentabilität gesprochen.

Der Verfasser unterscheidet bei seiner rechnerischen Entwicklung Gleichungen dreier Genauigkeitsgrade und zwar zwischen exakten Gleichungen und solchen von etwa 1% bzw. 10% Genauigkeit und benutzt dann für die zahlreichen Beispiele stets eine dieser Gleichungen.

Auf die außerordentlich interessanten Ausführungen kann hier leider nicht eingegangen werden. Wer heute in der Praxis mit dem Entwurfe großer elektrischer Stromerzeugungsanlagen zu tun hat, wird sich in den häufigsten Fällen leider nicht immer auch mit der rein wirtschaftstheoretischen Seite befassen können; daß dieses nach Ansicht des Verfassers in Amerika weit mehr der Fall ist als in Europa, muß dahingestellt bleiben. Soweit es jedoch den Ansehein hat, ist der Amerikaner solchen theoretisehen Untersuchungen in der Praxis weit abholder als etwa der deutsche Ingenieur.

Ob daher die hochinteressanten Untersuchungen in der Praxis ausgedehntere Beachtung finden werden als bisher scheint zunächst noch nicht in Erfüllung zu gehen.

Die einzelnen Kapitel müssen mit Gründlichkeit studiert werden, um die etwas komplizierte Ausdrucksweise sofort geistig in sich aufnehmen zu können. Die Resultate der einzelnen Untersuchungen werden an einer Reihe von Beispielen zur Anwendung gebracht.

Das Buch wird dem wissenschaftlich arbeitenden Elektrotechniker gewiß willkommen sein. Druck und Ausstattung seitens der Verlagsbuchhandlung sind wie bekannt gut. Kyser.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

2. Gewinnung der mechanischen Arbeit.

Eine in Italien gebaute 12000 pferdige Parsonsturbine. Von Prof. Belluzzo. (Zeitschr. f. d. ges. Turbinenwesen, Heft 18.) Die Turbine wurde gebaut bei Franco Tosi (Legnano), ist gekuppelt mit einem Generator von Brown, Boveri & Co. und soll pro KW 6,3 kg Dampf verbrauchen bei 750 Umdr. Der entlastete Teil besteht aus einer Stahltrommel mit 78 Schaufelkranzen und ist in drei Hauptgruppen für Hoch-, Mittel- und Niederdruck geteilt mit 40, 60 und 85 m/Sek. Umfangsgeschwindigkeit. Das Regulierventil wird durch einen Drucköl-servomotor betätigt, auf dessen Steuerung direkt die Hülse des Hartung-Regulators wirkt. Der Dampfeintritt erfolgt durch ein entlastetes Doppelsitzventil, welches fest mit der Servomotorkolbenstange verbunden ist. Der Kondensatorkörper hat 2500 mm Durchm. Die Oberfläche von 1300 qm wird durch 3770 Messingröhren von 19 mm l. W., 1,5 mm Wandstärke und 5 m Länge hergestellt. Die aus zwei Zylindern bestehende Naßluftpumpe saugt ein Gemisch von Wasser und Luft an.

Amerikanische Dampfkraftwerke. Von Dr. Köster. (Z. d. V. D. I., 13. Juni 1908, S. 941.)* Zahlentafel über die New Yorker Kraftwerke: elf Kraftwerke von 30000 bis 77000 KW. Sehr kurze Bauzeiten; für 20000 KW-Werke acht Monate vom Projekt bis zur Inbetriebsetzung. Baukosten Doll. 10 pro KW für einfache Werke. Spannung bei Stadtwerken 5000, bei Fernwerken 11000 Volt, kleine Werke mit 2300 Volt. Lage meist an Flüssen; große Kohlenvorräte in unmittelbarer Nähe. — Transporteinrichtungen: Long Island City Kraftwerk der Pennsylvania-Eisenbahn, Ausladestelle 152 m vom Kraftwerk entfernt, 480 t pro Tag gefördert, Kosten 40 Pf. pro t. — Anordnung der Kraftwerke: Bei Dampfmaschinenbetrieb Kessel parallel den Maschinen, bei Dampfturbinen Kesselreihen senkrecht zu den Turbinen. Jede Turbine hat ihre Kesselgruppe und Kondensator, jede Kesselgruppe ihren Schornstein und Pumpen. Innerhalb der Stadt oft zweistöckige Kraftwerke mit Turbinen im Obergeschoß. Schaltanlage oft in getrennten Gebäuden. — Gebäude: Kraftwerke meist in Skelettbauweise mit selbsttragenden Mauerwerks- und Eisenbetonpfeilern; Betonpfahlroste bei nichttragendem Boden, auch Holzpfahlroste mit Betondecke. Keine Rauchgasvorwärmer. Bunker von 30 bis 100 t Fassungsraum pro m Länge; ganz in Eisen, Boden in Form einer Kettenlinie. — Dampfkessel meist von Babcock & Wilcox oder Stirling mit mechanischer Feuerung. Selbsttätiger Schrägrost von Roney mit Rostplatten, die nacheinander gekippt werden und die Kohle vorwärts befördern. Schüttelrost von Wilkinson mit hohlen Längsstäben, die sich paarweise in entgegengesetztem Sinn bewegen; Dampfdüsen zur Verhütung von Schlackenbildung. Kettenrost von Green; Unterschubfeuerungen, Handfeuerung mit Kipprosten. — Schornsteine: vielfach ausgefütterte Blechschornsteine und solche aus Eisenbeton. — Fuchse: für je 100 qm Kesselheizfläche nimmt man 0,3 qm Fuchsquerschnitt, meist aus Eisenblech, bisweilen gefüttert. Keine Fuchsschieber, sondern nur Drosselklappen, die von der Dampfleitung aus selbsttätig eingestellt werden. Ados-Apparate. — Vorwärmer: offen und geschlossen, für Abdampf mit Ölfänger. Offen für direkte Berührung von Wasser und Dampf von bedeutender Größe, ein Vorwärmer für Anlagen bis 25000 KW. Neuerdings Wasserreiniger, besonders von Reisert. — Rohrleitungen: durchgehend geschweißte Rohre, Formstücke aus Gußstahl, Schieberventile. Rückschlagventile in den Dampfleitungen vorgeschrieben. Wellblechexpansionsstütze für Niederdruckleitungen. (Schluß folgt.)

Ergebnisse der Abnahmeversuche an einer von Haniel & Lueg gelieferten Tandemverbundmaschine. Von R. Wieg leb. (Z. d. V. D. I., 11. Juli 1908, S. 1111.)* Zylinderzahlen $\frac{470 + 810}{850}$, 125 Umdr. pro Min. Kolbengeschwindigkeit 3,55 m pro Sek. Einspritzkondensation, Dampfentölung mit 80% Wiedergewinn. Selbsttätige Schmierung aller Teile, Olumlauf, An- und Abstellung durch nur einen Hahn, Verbrauch 0,4 g Öl pro PSe.St. Steuerung der Auslaßventile durch Doppelwälzhebel; Hochdruck-Einlaßventile durch auslösende Ventilsteuerung mit Kataraktwirkung gesteuert, die durch Federregulator beeinflußt wird; Einlaßventile des Niederdruckzylinders durch unrunde Scheiben gesteuert. — Versuchsresultate: Dampfdruck 10,65 Atm., Temperatur 283,5° C., Aufnehmerdruck 1,06 Atm., Luftleere 62,6 cm-Hg, mittlerer Druck im Hochdruckzylinder 3,84 Atm., im Niederdruckzylinder 1,055 Atm., 125,2 Umdr. pro Min., Hochdruckleistung 300,5 PSi, Niederdruckleistung 251,6 PSi, zusammen 552,1 PSi, Dampfverbrauch 4,45 kg pro PSi.St. Bei Belastungsänderungen von 40% höchste Schwankung der Drehzahl 3%, bei 20% sei demnach Drehzahl um 1,5% höher; bei völliger Entlastung 4,5% Schwankung, konstante Drehzahl 2,5% höher.

3. Umwandlung der mechanischen Energie in elektrische.

Die Veränderung der Spannungskurven bei belasteten Ein- und Mehrphasengeneratoren. Von Siedek. (E. u. M., Wien, 5. April 1908, S. 285.)* Oszillogramme zeigen:

1. Die Veränderung der Spannungskurve beim Wechselstromgenerator. Bei induktiver bzw. kapazitiver Belastung läßt sich der Strom in eine Wattkomponente und in eine wattlose Komponente zerlegen. Erstere wirkt auf eine unsymmetrische Verzerrung der Spannungskurve hin, letztere je nach ihrem kapazitiven oder induktiven Charakter auf eine symmetrische Erhöhung oder Verkleinerung der Spannungskurve.

2. und 3. die Veränderung der Spannungskurven eines Mehrphasengenerators bei gleichmäßiger bzw. ungleichmäßiger Belastung der Phasen.

4. Rückwirkung der unsymmetrischen Belastung einer Phase eines Dreiphasengenerators auf die anderen Phasenspannungen. Eine induktionslose Belastung einer Phase wirkt auf die eigene Phasenspannung so, wie eine induktionslose Belastung bei einer Wechselstrommaschine. Gegen die anderen Phasen ist der Strom der ersten Phase jedoch stark verschoben und muß demnach auf die Spannung der räumlich später folgenden Phase so wirken, wie ein eigener Kapazitätsstrom, während er auf die vorausgehende Phase ebenso wirken muß wie ein dieser Phase angehöriger induktiver Strom. Die erstere Spannungswelle (die eigene) erhält demnach eine

Verzerrung durch den eigenen Wattstrom, während die vorangehende eine Spannungserniedrigung wie von einem eigenen Selbstinduktionsstrom und die nachfolgende Spannungswelle eine Spannungserhöhung wie von einem eigenen Kapazitätsstrom erleidet.

Störungen im Parallelbetrieb von Wechselstrommaschinen mit Riemenantrieb. Von Dr. Benischke. (E. u. M., Wien, 3. Mai 1908, S. 383.)* Es wurden zwei Fälle geschildert, durch die die Meinung widerlegt wird, daß der Parallelbetrieb von Wechselstrommaschinen mit Antrieb durch Kolbenmaschinen am besten gelingt, wenn sie durch Riemen oder Seile angetrieben werden.

Theoretisches und Praktisches über den Parallelbetrieb von Wechselstrommaschinen. Von Dr. Fleischmann. (E. u. M., Wien, 19. April 1908, S. 329.)* Bemerkungen zu den unter obigem Titel in Heft 52, Jahrgang 1907, dieser Zeitschrift von Dr. Benischke veröffentlichten Einwänden gegen die von Görges und Rosenberg aufgestellten Formeln für die Resonanzerscheinung von Wechselstrommaschinen.

Heating of Ventilated and Enclosed Motor. (El. Enging., 16. April 1908.) Vortrag von W. Hartnell, Inst. of Elect. Eng. Die Erwärmung von Motoren im Betriebe wird herabgesetzt durch die Wahl mäßiger Umfangsgeschwindigkeiten und hinreichende Kühlung des Ankers und Kollektors und ist von der Größe der ausstrahlenden Fläche des Motors abhängig. Pro Watt Verlust sind bei 5 PS-Motoren 17 qcm kühlender Oberfläche, bei 50 PS Leistung dagegen nur 8,5 qcm erforderlich. Bei geschlossenen Motoren ist die Erwärmung an der oberen Gehäuseseite weit höher als an der unteren und darf die magnetische und elektrische Materialbeanspruchung nur etwa halb so groß sein als bei der offenen Bauart. Die erforderliche Kühlluftmenge ist auch von der Motorleistung abhängig und beträgt bei offenen Motoren unter 10 PS etwa 0,25 cbm pro Min., bei Motoren über 30 PS rd. 0,15 cbm pro Min. Geschlossene Motoren erfordern annähernd die doppelte Luftmenge und muß daher künstlicher Luftzug angewendet werden. Versuche mit einem 60 PS-Motor zeigten bei Anwendung legierter (Stalloy) Bleche eine um 5° C herabgesetzte Erwärmung. Derselbe Motor zeigte bei geschlossener Bauart nach dreistündiger voller Belastung eine Erwärmung von 62° C am Kollektor, nach 8stündigem Betrieb sogar von 93° C, während derselbe Kollektor bei offener Bauart sich nur um 32° C erwärmte; um die gleiche Erwärmung bei geschlossener Bauart zu erhalten, durfte der Motor nur mit 21 PS belastet werden. Statt der vollkommenen Kapselung empfiehlt der Verfasser die Verwendung dünnwandiger Blechgehäuse mit zahlreichen verschließbaren Öffnungen. Bei Motoren, welche in Räumen mit schädlichen Gasen arbeiten, ist es meist wirtschaftlicher, die offene Bauart zu verwenden und den unbrauchbar gewordenen Motor durch einen neuen zu ersetzen. Kleine Motoren sollten unter keinen Umständen vollkommen gekapselt werden.

The Merz-Price System of Automatic Protection of High Tensions Lines. (El. Enging., 21. Mai 1908.)* Eine neue Einrichtung zum selbsttätigen Ausschalten von Hochspannungsleitungen bei Kabeldurchschlägen ist bereits an 70 Speisekabeln mit einer Gesamtlänge von über 300 km bei Spannungen bis zu 20000 Volt in Anwendung gekommen, wobei die Kabeldurchschläge im Kraftwerk kaum wahrgenommen wurden. Ein dreiadriges Hilfskabel wird über die Sekundärwicklung eines Stromtransformators mit zwei dreipoligen Relais verbunden, welche zum Betätigen der Schalter der Hauptkabel dienen. Die Primäre Wicklung ist mit dem Hauptspeisekabel hintereinandergeschaltet. Die Relais schließen den Stromkreis einer Lokalbatterie, während gleichzeitig ein fallendes Gewicht die Kontaktvorrichtung wieder kurzschließt. Solange kein Erdschluß auftritt, wird die induzierte EMK. an beiden Kabelenden gleich groß sein, daher kein Strom in dem Hilfskabel und den Relais fließen, im entgegengesetzten Falle werden die Relais infolge der Differenzströme betätigt. In ähnlicher Weise können auch Hilfstransformatoren in der Hilfsleitung angeordnet werden, welche infolge Störung des magnetischen Gleichgewichtes bei Kabeldurchschlägen ungleich erregt werden und durch die hierdurch hervorgerufene induktive Wirkung das Ausschalterrelais betätigen.

4. Fortleitung der elektrischen Energie.

Moderne Schutzeinrichtungen gegen gefahrbringende Ströme in elektrischen Netzen. Von K. Kuhlmann. (E. T. Z., 19. und 26. März und 2. April 1908, S. 316, 329 und 361.)* 1. Allgemeiner Teil: Ein guter Schutz gegen Überstrom ist stets auch ein guter Schutz gegen Überspannung. Zwei Hauptforderungen: 1. Die Schutzeinrichtungen gegen Überstrom sollen so eingerichtet und verteilt sein, daß möglichst keine störenden Wirkungen oder Stromunterbrechungen in den gesunden Teilen des Netzes auftretenden und der Betrieb unter allen Umständen aufrecht erhalten bleibt. 2. Ein schadhafter Netzteil soll in kürzester Zeit aus dem Netze ausgeschaltet werden. — Die »abhängigen Zeitschalter« (Ausschaltzeit von der Größe des Überstromes abhängig) sollen hauptsächlich zum Schutz der Stromverbraucher (Motoren etc.) verwendet werden. Falls man mehrere hintereinander schaltet, dann müssen sie auf um so größere Zeiten und Ströme eingestellt werden, je näher sie dem Kraftwerk liegen. Die »unabhängigen Zeitschalter« (Ausschaltzeit für alle Überströme konstant) eignen sich weniger zum Schutze von Stromverbrauchern als vielmehr für Speiseleitungen und Generatoren. — Bei großen Netzen empfiehlt es sich, in jede Phasenleitung einen Überstromschutz einzubauen, da ein Erdschluß eines Leiters je nach der Größe des Netzes starke Ladeströme zur Folge hat. — 2. Teil: Als ein ideales Überstrom-Schutzsystem wird das von Merz & Priee angegebene und von der A. E. G. in verschiedenen neueren Anlagen (z. B. in Nord-England und Elektrizitätswerk Westfalen) ausgeführte Differentialschutzsystem beschrieben. Bei diesem werden am Anfang und Ende des zu schützenden Teiles (Kabel, Transformator, Schaltanlage etc.) je ein Stromwandler eingebaut, deren Sekundärwicklungen vermittelst eines Hilfskabels so gegeneinander geschaltet sind, daß, wenn durch den ersten Stromwandler derselbe Strom wie durch den zweiten fließt (also in der zu schützenden Zwischenstrecke kein Stromverlust durch Erdschluß oder Kurzschluß stattfindet), in dem Hilfskabel kein Strom fließt; erst bei Ungleichheit zwischen dem Anfangs- und Endstrom fließt Strom in dem Hilfskabel, der dann einen Schalter zum Ausschalten des betreffenden beschädigten Netzteiles betätigt. Ausführungsbeispiele. Die Hilfskabel können auch zur selbsttätigen Fehlermeldung benutzt werden.

Distribution d'énergie électrique. (L'Industrie Electrique, Nr. 393, 10. Mai 1908, S. 196.) Die Société

pyrenéenne wird von ihren Kraftwerken in Orlu aus eine Reihe von Städten und Ortschaften bis Toulouse und in einer Zweigliniе bis Mazamet (Tarn) mit Licht und Kraft versorgen. Länge der Übertragung 250 km, Spannung 50000 Volt. Die Anlage soll innerhalb Jahresfrist vollendet sein.

Câbles à haute tension et transport de l'énergie. (L'Industrie Electrique, Nr. 395, 10. Juni 1908, S. 252.) Vortragsbericht. Papierisolierte Einzelkabel haben sich für hochgespannte Ströme als sehr zweckmäßig erwiesen. Die A. E. G. hat in Durham (England) ein Kabel von 100 km Länge bei 20000 Volt Spannung mit Papierisolierung und Armierung durch Einbettung in mit Asphalt ausgegossene Tonröhren verlegt, die Versuchsspannungen bis zu 100000 Volt standgehalten haben. — Die Theorie ergibt, daß die erforderliche Isolationsstärke bei gleicher Spannung mit abnehmendem Leiterquerschnitt zunimmt, so daß bei Reduzierung des letzteren unter ein bestimmtes Maß die Gesamtkosten wieder steigen. — Die Verwendung von Aluminium für hohe Spannungen ist bei der heutigen Preislage wirtschaftlich. Die Verluste bei Einzelkabeln mit Bleimantel nehmen nicht nur mit der Periodenzahl, sondern auch mit der gegenseitigen Entfernung der Kabel zu und sind bei größerem Abstand durchaus nicht zu vernachlässigen. Dazu kommen bei eisenarmierten Kabeln die Wirbelstrom- und Hysteresisverluste und Spannungsabfall durch Selbstinduktion. — Ein Vergleich zwischen Übertragung durch Dreh- und Wechselstrom fällt zugunsten des letzteren aus, da geringere Anlagekosten.

Les installations du Sud Électrique. Von Dusangey. (Bull. de la soc. intern. des electr. 1908, S. 125 bis 160.)* Beschreibung einer großen Kraftverteilungsanlage zwischen Cette, den Cevennen und Alpen in Südfrankreich. 250 Gemeinden mit 600000 Einwohnern werden mit Licht und Kraft versehen. Als Stromerzeuger dienen drei Wasserkraft- und sieben Reservedampfmaschinenanlagen, welche, längs der Fernleitungen ziemlich gleichmäßig verteilt, die Überreste der früheren Lokalkraftwerke sind. Gesamtleistung beträgt etwa 60000 KW. Netzspannung 13500 Volt Drehstrom, 50 Perioden, konstante Stromdichte 1,5 Amp., 5% Spannungsabfall in Fernleitungen, maximale Kupferquerschnitte 50 qmm. Beschreibung der Unterwerke, Leitungsanlage, Verwaltungsorganismus, Tarife.

Klemmschuh für Holzmasten. Von Ingenieur S. Herzog. (Schweiz. E. T. Z., 13. Juni 1908, S. 277; 20. Juni 1908, S. 294.)* Notwendigkeit, hölzerne Masten mit einem der Fäulnis widerstehenden Fuß zu versehen. Kritik der bisherigen Konstruktionen. Beschreibung einer neuen Konstruktion, welche die früheren Mängel vermeidet.

Switching Apparatus and its Practical Operation in Large Hydro-Electric Stations. By Frank E. Conrad. (El. World, 25. Juli 1908, S. 178.)* Bei großen Kraftwerken ist es nicht so sehr erforderlich, daß von dem Hauptschaltbrett aus der Maschinensaal zu übersehen ist, vielmehr muß die gesamte Schaltanlage leicht zu überwachen sein. Deshalb ist es bei vom Maschinensaal weiter entfernten Transformatorenraum vorzuziehen, in letzterem die Hauptschalttafel aufzustellen. Die Verständigung mit dem Maschinensaal kann mittels Telephon od. dgl. erfolgen. Hauptsammelschienen sollen stets doppelt vorhanden sein; sämtliche Schalter sind reichlich zu dimensionieren. Sicherungen nach Möglichkeit zu vermeiden und durch Ölschalter mit Zeitrelais zu ersetzen. Automatische Schalter in Reihe, um sicheres Ansprechen eines derselben zu gewährleisten, im allgemeinen zwecklos. Beschreibung einer nach diesen Grundsätzen ausgeführten Schaltanlage: Von jedem Generator durch je einen Ölschalter zu den beiden Niederspannungs-Sammelschienensätzen, an welche gleichfalls durch je einen Ölschalter jeder Transformator angeschlossen ist. Jeder Transformator ist weiter durch je einen Trennschalter mit den beiden Hochspannungs-Sammelschienensätzen verbunden. Jede Fernleitung führt zu einem Ölschalter mit Zeitrelais, welcher seinerseits durch je einen Trennschalter an die beiden Hochspannungs-Sammelschienensätze angeschlossen ist.

Über das Verhalten von Freileitungsgestängen bei Drahtbruch. Von Ingenieur Ludwig Kallir. (E. u. M. Wien, 22. März 1908, Seite 239.)* Bei der Berechnung der Maste sind zwei Zustände zu untersuchen: 1. die Linie mit maximal gespannten, intakten Leitungen; 2. die Linie mit zum Teil gerissenen Leitungen. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich besonders mit dem zweiten Fall, d. h. behandelt eingehend das Verhalten einer Leitung nach erfolgtem Drahtbruch. Mit Hilfe genau erläuterter graphischer Darstellungen werden die verschiedenen vorkommenden Fälle von Drahtbrüchen (Bruch sämtlicher oder nur einzelner Leitungen) untersucht und ihr Einfluß auf das Gestänge festgestellt. Ferner werden eine Reihe von Versuchsergebnissen zur Ermittlung der Durchbiegungen von Mastkonstruktionen bei verschiedenen Belastungen mitgeteilt, und zwar: 1. Tripartite-Mast der Franklin Rolling Mill and Foundry Co.; 2. Zementarmierter Holzmast, System Bourgeat, nach Versuchen von Aug. Kastler-Zürich; 3. Holzmast mit Zementfuß, Patent Kastler; 4. Versuche von Wade und Goodemann an Holzmasten.

5. Umformung und Aufspeicherung der elektrischen Energie.

A Self Synchronising Rotary Converter. (El. Enging, 4. Juni 1908.)* Die British Westinghouse Electr. Manuf. Co. hat in einem Unterwerk des Glasgow Corpor. Elec. Departm. einen 600 KW-Umformer mit selbsttätiger Anlaßvorrichtung aufgestellt. Es wird in diesem Unterwerk Drehstrom von 6000 Volt, 25 Perioden in Gleichstrom von 470 bis 600 Volt für Licht- und Kraftzwecke umgeformt. Das Anlassen erfolgt von der Wechselstromseite in 30 bis 40 Sekunden, wobei das Handrad des Anlassers in die »Anlaßstellung« gebracht wird. Die Maschine wird mit $^1/_5$ der normalen Sekundärspannung des Transformators bei normaler Stromstärke angelassen und ist zu diesem Zwecke auf einen Anlaßwiderstand geschaltet, und wird sodann in die Laufstellung gebracht. Beim Anlassen sind drei Schleifringe, beim Lauf hingegen alle sechs Schleifringe angeschlossen. Die Regelung der Gleichstromspannung erfolgt mit Hilfe des Feldreglers. Die Wechselspannung kann durch eine Zusatzmaschine verändert werden, welche an den Umformer derart angebaut ist, daß ihre Wicklung ohne Schleifringe direkt mit dem Umformeranker verbunden ist und die Erregerwicklungen in Reihe geschaltet sind. Der Leistungsfaktor kann unabhängig von der Maschinenleistung verändert werden. Der Umformer läuft mit einem Gleichstromgenerator parallel und dient hauptsächlich als Ausgleichsmaschine des Dreileiternetzes.

Herausgegeben von Professor Dr.-Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN — VERLAG MÜNCHEN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN
CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.
Prof. BUHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Eugen EICHEL-Berlin, Beratender Ingenieur; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KENMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; L. C. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPANGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VÁLATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geb. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **14. Dezember 1908.** **Heft 35.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36-maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.
Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.
Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber wolle man adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Die Entwicklung und jetzige Beschaffenheit der elektrischen Kraftübertragungs- und Beleuchtungsanlagen der Akt.-Ges. Peiner Walzwerk. Von F. Hartig, Betriebsingenieur, S. 697.

Die Elektrohängebahnen und ihre Verwendung. Unter Benutzung einiger neuerer Ausführungen der Firma Bleichert & Co., Leipzig-Gohlis. Von C. Claus, Charlottenburg. S. 703.

Kleine Nachrichten. S. 710. Neue Bahnen: Elektrizitätswerk und Straßenbahn in Budweis. Elektrische Stadtschnellbahn der Stadt Dortmund. Bremen: Beamtenhilfsverein der New Yorker Straßen-, Hoch- und Untergrundbahnen. — Aus dem Rechtsleben: Haftpflicht. Berichtigung.

Neue Bücher. S. 712.

Zeitschriftenschau. S. 713.

Die Abonnenten werden höflichst ersucht, Ihre Abonnements gefl. umgehend zu erneuern, damit keine Verzögerung in der Zustellung der Zeitschrift eintritt.

Die Verlagsbuchhandlung.

Die Entwicklung und jetzige Beschaffenheit der elektrischen Kraftübertragungs- und Beleuchtungsanlagen der Akt.-Ges. Peiner Walzwerk.

Von **F. Hartig**, Betriebsingenieur.

Einleitung.

Die Aktiengesellschaft Peiner Walzwerk erhält ihr Roheisen aus drei bis vier Hochöfen von je 220 t Fassungsvermögen der Bergbau- und Hüttengesellschaft Ilseder Hütte, schmilzt es in ihrer Thomashütte mittels vier Cupolöfen von je 45 t nieder und verwandelt es in vier Konverterbirnen von je 15 t in Thomasflußeisen, bzw. im Martinwerk mittels ein bis zwei Martinöfen (ein dritter steht in Reserve) von je 30 t Ausbringen in Martinstahl. Die Blöcke werden durch Dampflokomotiven nach den drei Walzwerksabteilungen gebracht, von denen jede mit drei Triostraßen ausgerüstet ist, um dort zu Stabeisen, Grubenschienen und Trägern ausgewalzt zu werden. Mit dem Walzwerk verbunden ist eine Phosphatfabrik, welche die bei dem Thomasprozeß entstehende stark phosphorhaltige Schlacke mit Hilfe von 16 Kugelmühlen zu Phosphatmehl, einem in der Landwirtschaft sehr geschätzten Düngemittel, zermahlt.

Als Energiequelle zum Bewegen der zahlreichen Arbeitsmaschinen stand früher im Peiner Walzwerk, abgesehen von zwei kleinen Leuchtgasmotoren, lediglich Dampfkraft zur Verfügung. Diese wurde aus Kohlen erzeugt, welche jährlich rd. M. 1 Mill. kosteten. Um diesen Betrag nach Möglichkeit zu verringern, wurde beschlossen, die Arbeitsmenge, welche in den damals größtenteils nutzlos in die Luft fliegenden Hochofengasen enthalten war, zur Arbeitsleistung heranzuziehen. Es wurde daher zunächst in Gr. Ilsede eine Batterie von Dampfkesseln aufgestellt, unter welchen das Gas verbrannt wurde. Die Kessel können für den Fall, daß Gasmangel eintritt, auch mit Kohlen geheizt werden. Dieser Kesseldampf wird in dem dortigen Kraftwerk zur Speisung von fünf Dampfmaschinen benutzt, welche zusammen etwa 1600 bis 2000 PS leisten können und mit Drehstromerzeugern direkt gekuppelt sind. Die letzteren werden mit 110 Volt Gleichstrom erregt und geben bei 50 Perioden eine verkettete Spannung von 500 Volt, welche zum Betriebe verschiedener Motoren auf der Hütte selbst benutzt wird. Für die Versorgung der von Gr. Ilsede etwa 4 km entfernten Eisenerzgruben bei Bülten und Adenstedt sowie für die Fernleitung nach dem Peiner Walzwerk wird die Spannung jedoch mit Hilfe von Transformatoren auf 10000 Volt erhöht.

Etwa gleichzeitig mit dem Ilseder Dampfkraftwerk wurde in Peine in der sog. »Alten Zentrale« ein Drehstromerzeuger ebenfalls für 500 Volt und 50 Perioden mit einer Leistung von 200 KW aufgestellt, welcher verschiedene gelegentlich des Umbaues einer großen Trio-

straße in Peine neu angelegte Rollgänge und Schlepper, sowie einen Verladekran treiben und später als Reserve dienen sollte. Inzwischen war von den Firmen Siemens & Halske, Berlin, und Schuckert & Co., Nürnberg, ein vollständiges Projekt ausgearbeitet worden über die Versorgung des gesamten Peiner Walzwerkes mit elektrischem Strome, welcher direkt von Gichtgasdynamos von 10000 Volt verketteter Spannung geliefert werden sollte.

Um nun über die Größe der benötigten Arbeitsmenge Aufschluß zu erhalten, wurde eine Zusammenstellung der auf dem Peiner Walzwerke vorhandenen Antriebsmaschinen angefertigt und bei dieser Gelegenheit gleichzeitig die Frage entschieden, für welche Antriebe Drehstrom und für welche Gleichstrom geeigneter erschien. Da für die größten Motoren, nämlich für die Walzenzugsmotoren (250 bis 2000 PS) und für das Konvertergebläse (2000 PS) eine Regelung der Drehzahl verlangt wurde, und da ferner die erstgenannten Motoren für etwa 15% Schlupf eingerichtet werden mußten, damit die Schwungräder zur Wirkung kommen konnten, so war es notwendig, einen großen Teil der Arbeit in Form von Gleichstrom zu liefern. Bei dieser Stromart ergab sich als weiterer Vorteil, daß die zu erwartenden Stromstöße, welche das gute Parallelarbeiten der Gasmotoren ev. in Frage stellen konnten und auf alle Fälle eine Vergrößerung der Gasmotortypen, des Gasverbrauches und der Leitungsquerschnitte bedingt hätten, in einfachster und bequemster Weise durch Akkumulatoren erheblich vermindert werden konnten. Auch die guten Eigenschaften des Hauptstrommotors, namlich sein hohes Anzugsmoment bei verhältnismäßig kleiner Stromstärke und die selbsttätige Einstellung der Arbeitsgeschwindigkeit entsprechend der Größe der Last, fielen bei den mannigfachen Transportvorrichtungen (Aufzüge, Krane, Gießwagen usw.) stark ins Gewicht. Für alle übrigen Motoren wurde Drehstrom gewählt, welcher seinerseits den Vorteil bietet, daß die Transformatoren für die Spannungsniedrigung billiger ausfallen als Umformer, und daß die von ihnen gespeisten Motoren, da sie keinen Kollektor besitzen, etwas unempfindlicher gegen Staub und Feuchtigkeit sind und sich bei etwaigen Schäden verhältnismäßig leicht ausbessern lassen. Als Gebrauchsspannung wurde für beide Stromarten mit Rücksicht auf die großen Entfernungen und Leistungen diejenige von 500 Volt gewählt. Eine höhere Spannung anzuwenden erschien mit Rücksicht auf die Gefahren beim Berühren ungeschützter Teile nicht angängig.

Auch für die Beleuchtungsanlage wurden beide Stromarten vorgesehen, und zwar Gleichstrom mit einer kleinen Lichtbatterie für diejenigen Räume, in welchen Spannungsschwankungen unangenehm empfunden worden wären (Schreibstuben, Beamtenwohnungen) und Drehstrom für die sonstige Beleuchtung. Diese letztere Stromart bot den Vorteil, daß die großen Entfernungen auf dem Werk mit Hilfe einer Ringleitung (Fig. 773), welche durch vier Speisepunkte ihren Strom von 500 Volt Spannung erhielt,

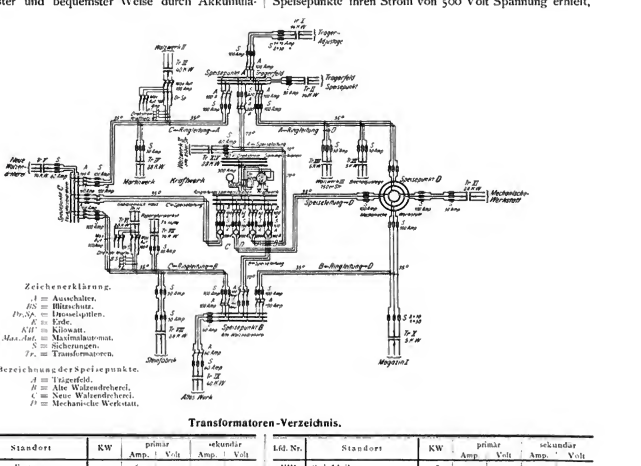


Fig. 773. Schaltungsschema der Ring- und Speiseleitungen für die Drehstromanlage einschließlich der Transformatoren.

Transformatoren-Verzeichnis.

Lfd. Nr.	Standort	KW	primär Amp.	primär Volt	sekundär Amp.	sekundär Volt
I	Trägermontage	14	16,5	510	73,5	110
II	Speisepunkt Trägerfeld	14	16,5	510	73,5	110
III	Walzwerk II	40	46,0	510	210	180
IV	Martinwerk	28	32,9	510	147	110
V	Neue Walzendreherei	14	16,5	510	73,5	110
VI	Gebläsemaschinenhaus	28	32,9	510	147	110
VII	Reparaturwerkstatt Th.H.	14	16,5	510	73,5	110
VIII	Steinfabrik	28	32,9	510	147	110
IX	Altes Werk	40	46,9	510	210	110
X	Maschin I	5	5,98	510	26,25	110
XI	Mechanische Werkstatt	28	32,9	510	147	110
XII	Blechmontage	5	5,98	510	26,25	110
XIII	Walzwerk III, 250er Str.	5	5,98	510	26,25	110
XIV	Walzwerk III, alte 650er Str.	28	32,9	510	147	110

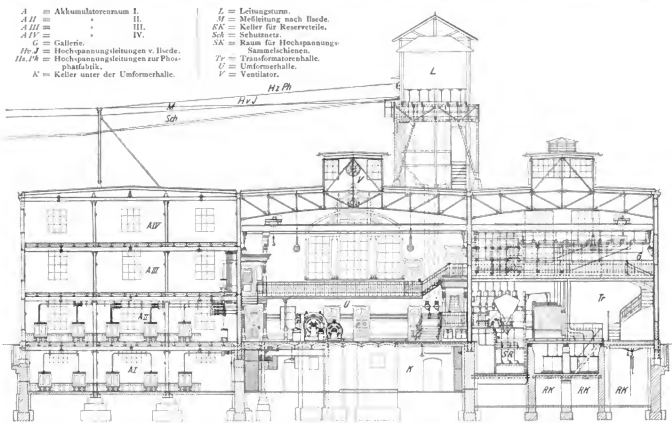


Fig. 774. Querschnitt durch das Umformerwerk im Peiner Walzwerk. Maßstab 1 : 250.

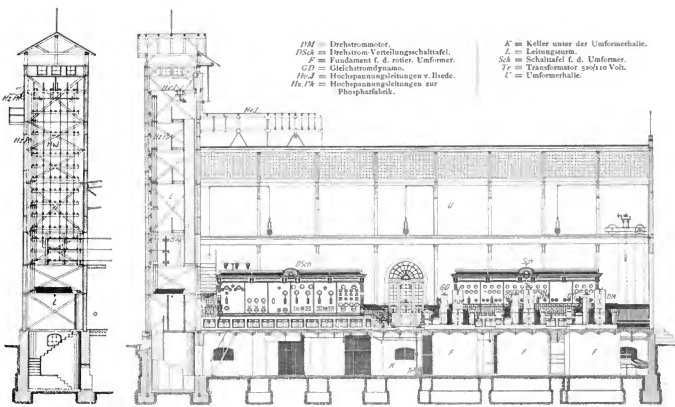


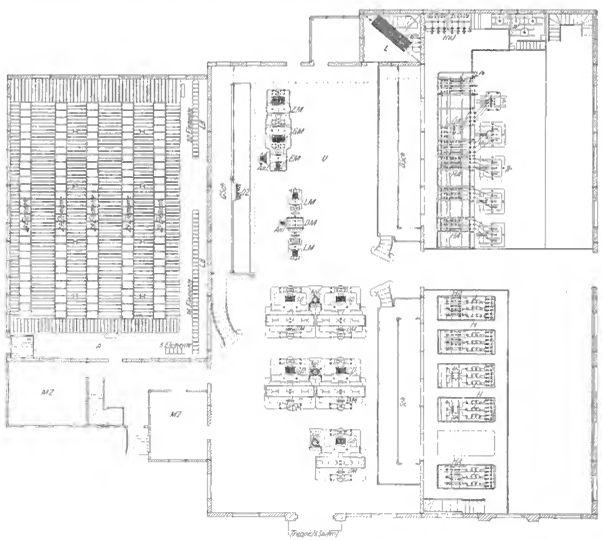
Fig. 775. Längsschnitt durch das Umformerwerk.

ohne allzugroße Kosten überwunden werden konnten. Wegen der Gefahr, welche diese Spannung jedoch bei Lichtanlagen bietet, und um nicht mehr als drei Bogenlampen hintereinander schalten zu müssen, wird die Spannung durch Orts-Transformatoren auf 110 Volt erniedrigt.

Die Leistung der zu installierenden Motoren wurde seinerzeit zu 12 500 PS gefunden, und es wurden dafür einschließlich der Reserven neun Einankerumformer für je 800 KW und sechs Transformatoren für je 500 KW vorgesehen, welche in zwei getrennten Umformerwerken in zwei Schwerpunkten des Verbrauchsgebietes aufgestellt werden sollten. Infolge der teueren Verbindungskabel zwischen den beiden Werken wurde dieses Projekt jedoch wieder aufgegeben und ein einziges Umformerwerk im gemeinsamen Schwerpunkte des Stromverbrauches, nämlich in unmittelbarer Nähe des Kesselhauses, erbaut.

I. Das Umformerkraftwerk.

Das aus Eisenfachwerk bestehende Gebäude (Fig. 774 bis 776) gliedert sich in drei Hauptteile, nämlich in den Transformatorenraum, die Umformerhalle und die Akkumulatorenräume. Die letzteren sollten nach den ursprünglichen Plänen zwei in vier Stockwerken verteilte Akkumulatorenbatterien für je 2000 Amp.St. Kapazität bei einstündiger Entladung aufnehmen. In der Umformerhalle dagegen sollten außer den Schalttafeln und den Licht- und Lademaschinen die neun Einankerumformer Platz finden, während im Transformatorenraume die zugehörigen 18 Transformatoren sowie sechs Transformatoren zur Speisung des Drehstromkraftnetzes aufgestellt werden sollten. Die vielfachen von der Firma Schuckert & Co., Nürnberg, angestellten Versuche einen für die vorliegenden schwierigen Verhältnisse brauchbaren Einankerumformer zu schaffen, scheiterten hauptsächlich an der hohen Periodenzahl von 50 pro Sek. Infolgedessen mußte man dieses System aufgeben und zu Doppelmaschinen übergehen. Diese bestehen auf der Antriebsseite aus Drehstrom-Synchronmotoren in Sternschaltung für 225 Volt Erregung, 10 000 Volt Klemmenspannung und 1400 PS dauernde Leistungsabgabe. Die in zwei



A = Akkumulatorenraum.
Anl. = Anlasser.
DM = Drehstrommotor.
DSch = Drehstrom-Verteilungsschalttafel.
DZ = Doppelzellenschalter, 2000 Amp.
EM = Erregermaschine.
GD = Gleichstromdynamo.
GM = Gleichstrommotor.
GSch = Gleichstromschalttafel.
H = Hochspannungsapparate für den Umformer.
HA = Hörnerausschalter.
Hv.J = Hochspannungsleitungen von Ilsede.
Hv.Ph = Hochspannungsleitungen zur Phosphatfabrik.
J = Drosselspulen.
L = Leitungsturm.
LB = Lichtbatterie.
LM = Lichtmaschine.
MZ = Meisterzimmer.
ÖA = Ölausschalter, selbsttätig.
Sch = Schalttafel für die Umformer.
Tr = Transformatoren.
U = Umformerhalle.
W = Ölwiderstände für den Blitzableiter.

Fig. 776. Grundriß des Umformerwerkes.

Lagern ruhenden Wellen dieser Motoren tragen gleichzeitig je eine Gleichstromdynamo für 800 bzw. 970 KW und 520 Volt. Infolge dieser gedrängten Bauart ist es möglich geworden, auf derselben Stelle, wo früher sechs Einankerumformer aufgestellt werden sollten, Raum für ebensoviele Doppelmaschinen zu schaffen. Je zwei derselben besitzen einen gemeinsamen Anlasser, welcher umschaltbar eingerichtet ist. Das Anlassen der Umformer geschieht nämlich in der Weise, daß die Gleichstromdynamos von den 520 Volt-Sammelschienen aus als Motoren angetrieben werden. Sobald dann ein Umformer seine normale Drehzahl, nämlich 300 pro Min., erreicht hat, und die nunmehr als Drehstromerzeuger arbeitende Synchronmaschine mit dem Hauptkraftwerk in Ilsede in Phase ist, wird sie mit Hilfe des Hochspannungsausschalters an die 9400 Volt-Sammelschienen angeschlossen. Durch Änderung der Klemmenspannung für die Gleichstromdynamos wird dann die Belastung des Umformers in einfachster Weise geregelt. Umgekehrt arbeiten die Doppelmaschinen bei Störungen im Gaskraftwerk aus der vorhandenen Pufferbatterie und erzeugen rückwärts Drehstrom von der richtigen Sammelschienenspannung, was beim Einankerumformer nicht möglich war. Aus demselben Grunde wäre es auch nicht zweckmäßig gewesen, die Gleichstromdynamos durch Asynchronmotoren anzutreiben. Dagegen tragen die Synchronmotoren wesentlich dazu bei, den Leistungsfaktor der Anlage zu verbessern und ermöglichen ferner infolge der günstigen Spannungskurve eine bessere Pufferwirkung der Batterie. Zurzeit sind drei Umformer für je 800 KW und zwei für je 970 KW Gleichstromleistung im Betriebe. Beide Typen haben dieselben äußeren Abmessungen; die um 170 KW höhere Leistung wurde lediglich durch den Einbau von Wendepolen erzielt. Außerdem sind noch zwei Dreimaschinensätze vorhanden, von denen das eine durch einen 100 PS-Drehstrommotor und das andere durch einen 510 PS-Gleichstrommotor angetrieben wird. Beide Umformer dienen dazu, die Licht- und die Kraftbatterie aufzuladen und den Erreger- und Lichtstrom zu liefern.

In der Transformatorenhalle sind vier Manteltransformatoren mit Ölkühlung von je 500 KW und ein solcher von 570 KW aufgestellt, welche die 9400 Volt betragende Oberspannung auf 520 Volt ermiedrigen. Außerdem befinden sich in dieser Halle die Hochspannungsschalter und Sicherungen für die Synchronmotoren. Die Umformerhalle sowohl wie die Transformatorenhalle werden durch je einen 10 t-Deckenlaufkran bestrichen.

Im Keller und im Erdgeschoß des Akkumulatorengebäudes sind 289 Elemente aufgestellt, welche 2000 Amp. eine Stunde lang liefern können, ohne daß die Sammelschienenspannung unter 520 Volt sinkt, und welche an die Gleichstromsammelschienen mit Hilfe eines in der Umformerhalle aufgestellten Doppelzellenschalters angeschlossen sind. Dieser enthält auf der Lade- und Entladeseite je 13 Kontakte, von denen jeder acht Zellen zu- bzw. abschaltet, so daß 96 Schaltzellen mit dessen Hilfe bedient werden können. Ein Doppelzellenschalter wurde deshalb gewählt, weil die Batterie nicht nur zum Puffern, sondern auch gleichzeitig als Momentreserve dienen soll, welche jederzeit, also auch während der Ladung, einspringen muß, wenn das Hauptkraftwerk versagt. Die Bewegung der Schlitten geschieht durch Elektromotoren, welche durch einpolige Umschalter gesteuert werden. Außerdem kann jeder Schlitten, falls der motorische Antrieb versagt, von Hand mit Hilfe eines großen Steckschlüssels bedient werden. Ein zweiter Doppelzellenschalter, welcher jedoch nur von Hand betätigt werden kann, besorgt die Regelung der Lichtbatterie, welche im Erdgeschoß und im ersten Stock des Akkumulatorengebäudes aufgestellt ist, eine Kapazität von 483 Amp.St. bei zehnstündiger Entladung besitzt und aus 125 Zellen besteht. In der Umformerhalle befinden sich außerdem noch vier Schaltwände. Dieselben bestehen aus Marmortafeln, welche von geerdeten Eisengerüsten getragen werden und durch Holzumrahmungen verziert sind. Die letzteren sind zum Schutze gegen Feuersgefahr auf der Rückseite mit Asbestschiefer bekleidet.

An der Wand zwischen dem Transformatoren- und dem Umformerraume steht die Schalttafel für die Doppelmaschinen und diejenige für die Transformatoren und die übrigen Drehstromapparate, während die Gleichstromschalttafel, welche in eine obere und eine untere zerfällt, an der Wand zwischen den Akkumulatorenräumen und der Umformerhalle aufgestellt ist. Die untere Gleichstromschalttafel trägt außer dem Doppelzellenschalter für die Pufferbatterie nur die Zähler, Stromzeiger und selbsttätigen Ausschalter für die Speisekabel, welche das 500 Volt-Kraftnetz versorgen. Auf der oberen Gleichstromschalttafel sind dagegen alle übrigen Apparate für 520 und 225 Volt vereinigt.

Die Anordnung der Schaltanlage ist aus Fig. 777 ohne weiteres ersichtlich, es sollen daher im folgenden nur einige Besonderheiten derselben hervorgehoben werden. Die von Ilsede kommende, aus sechs Drähten von je 50 qmm bestehende Freileitung für 9400 Volt wird auf dem Dache des Umformerkraftwerkes durch ein geerdetes Eisengestänge gestützt, welches zwei dreipolige Kurzschließer trägt. Durch diese können beide Fernleitungssysteme bei etwaigen daran vorzunehmenden Arbeiten schnell und sicher kurzgeschlossen und geerdet werden. Vom Dache aus treten die Leitungen dann in den Turm durch Porzellaneinführungen, in deren unmittelbarer Nähe die beiden dreipoligen Schuckertschen Hörnerausschalter für jede Fernleitung sich befinden. Bedient werden die Schalter von der Laufbühne der Drehstromschalttafel aus und zwar mit Hilfe von Drahtseilen. Zwischen den Schaltern und den Turmwänden sowie zwischen den drei Phasen jedes Schalters befinden sich Isolationswände aus Schieferasbest. Auch die über den Schaltern liegenden Eisen- und Holzteile des Turmes sind sorgfältig mit diesem Material ausgekleidet. Früher waren die Schalter auf dem oben genannten eisernen Dachgestänge ohne Zwischenwände montiert und befanden sich also im Freien. Diese Anordnung bietet auf den ersten Blick den scheinbaren Vorteil, daß die beim Ausschalten entstehenden Lichtbögen sich zu beliebiger Höhe ausdehnen und auf keinen Fall das Gebäude in Brand stecken können. Andererseits ist jedoch die Gefahr des Zusammenschlagens der Lichtbögen bei entsprechender Richtung und Stärke des Windes im Freien immerhin möglich. Als wesentliche Nachteile der Aufstellung der Schalter auf dem Dache haben sich außerdem die folgenden ergeben. Im Winter bedeckten sich die Schalter derartig mit Rauhreif, daß sie selbst mit Gewalt nicht ausgeschaltet werden konnten. Auch im Sommer war dieses, wenn die Schalter mehrere Wochen lang ununterbrochen im Betriebe bleiben mußten, ziemlich schwierig, da sich die Kontaktflächen allmählich mit Schmutz überzogen, und zwar war dieser Übelstand um so größer, je mehr die Schalter geölt wurden, weil die Schmutzteilchen auf der Ölschicht festklebten. Ein schnelles und leichtes Arbeiten dieser Schalter ist aber schon aus dem Grunde erforderlich, weil dieselben außer von Hand, auch durch sogenannte Drahtbruch-Relais betätigt werden sollen. In jede der sechs Fernleitungen ist nämlich ein Wechselstrom-Relais eingeschaltet, welches, sobald die Stromstärke durch Null hindurchgeht, ein Gleichstrom-Relais schließt. Dieses zieht eine elektromagnetische Klinke an und gibt so ein Ge-

Fig. 777. Schaltungsschema der Gleich- und Drehstromanlage im Umformerwerk des Peiner Walzwerkes.

wicht frei, welches beim Herunterfallen den betreffenden Hochspannungsausschalter unterbricht. Beim Beginne des Betriebes nach einem Stillstande kann man die Wechselstrom-Relais durch einen Schnurzug außer Tätigkeit setzen. Da dieselbe Einrichtung auch in Ilsede getroffen ist, so wird im Falle eines Drahtbruches die Bruchstelle von beiden Seiten spannungsfrei und mithin die Berührung der Drähte ungefährlich. Die auf dem Walzwerks-Grundstücke und bei Straßenübergängen unterhalb der Hochspannungsleitungen angebrachten Drahtnetze geben eine weitere Sicherheit gegen derartige Fälle.

Gegen atmosphärische Entladungen und sonstige Überspannungen ist jeder Draht der Fernleitung durch eine Drosselspule und zwei Hörnerblitzableiter geschützt. Einer derselben ist auf 13 mm und der zweite auf 5 mm Hörnerabstand eingestellt. Während nun die ersteren mit je einem Horn direkt an Erde liegen, sind die letzteren über induktionsfrei gewickelte Ohmwiderstände mit der Erde verbunden. Auf diese Weise wird erreicht, daß bei leichteren Entladungen nur ein Ausgleichstrom von 10 Amp. zwischen je zwei Phasen entstehen kann.

Der von Ilsede kommende Strom geht dann über Sicherungen von je 200 Amp. zu Zählern, Leistungsmessern und Stromzeigern, welche die durchschnittliche, bzw. die augenblickliche Stärke des Stromes und der Leistung abzulesen gestatten. Ebenso sind in alle vom Umformer-Kraftwerk ausgehenden Speiseleitungen Zähler und Stromzeiger eingeschaltet, so daß eine monatliche Verrechnung des Stromverbrauches für die einzelnen Abteilungen des Werkes ermöglicht wird. Selbsttätige Ausschalter, die auch von Hand betätigt werden können, sich dagegen bei weiter bestehendem Kurzschlusse nicht einschalten lassen, sind ebenfalls in die Speiseleitungen eingeschaltet.

Durch Trennschalter, welche als Sicherungen ausgebildet sind, lassen sich die Sammelschienen für die sechs Doppelmaschinen von dem übrigen 9400 Volt-Netz abtrennen. An die letztere Spannung sind sämtliche Meßinstrumente durch Meßtransformatoren angeschlossen, welche durch Überspannungssicherungen sekundär geerdet sind, so daß die Berührung der Instrumente selbst dann ungefährlich ist, wenn ein Meßtransformator durchschlägt. An die 520 Volt-Sammelschienen für Drehstrom sind ebenfalls Überspannungssicherungen, nämlich die bekannten mit einem Tesla-Transformator arbeitenden Relais-Hörnerblitzableiter der Siemens-Schuckertwerke angeschlossen. Dieselben sollen einmal dann funktionieren, wenn auf der 520 Volt-Seite Störungen infolge atmosphärischer Entladungen auftreten und zweitens auch dann, wenn einer der großen Transformatoren für das Drehstrom-Kraftnetz durchschlägt.

Ein an die genannten Sammelschienen angeschlossener Periodenzeiger von Hartmann & Braun gestattet in einfachster Weise festzustellen, ob die Hauptmaschinen in Ilsede die richtige Drehzahl innehalten. Andererseits kann durch einen Spannungszeiger, welcher an zwei nach Gr. Ilsede zurückführende Meßleitungen angeschlossen ist, dort jederzeit die Spannung der hiesigen Drehstrom-Sammelschienen für 520 Volt abgelesen werden. Die Isolation des Drehstrom-Kraftnetzes wird an einem Drehstrom-Isolationsmesser, welcher mit einer Gleichstrom-Hilfsspannung arbeitet, während des Betriebes gemessen. Für die Gleichstromanlage wird derselbe Zweck durch die Sammelschienen-Spannungszeiger erreicht, welche durch Umschalter zwischen je einen Pol und Erde gelegt werden können.

Beim Parallelschalten der Synchronmotoren wird zunächst ein Synchronisier-Apparat benutzt, bei welchem mittels rotierender Schattenkegel beobachtet werden kann, ob die zuzuschaltende Maschine zu langsam oder zu schnell läuft. Der richtige Augenblick des Parallelschaltens wird dagegen an einem Spannungszeiger bei größtem Ausschlage abgelesen. Auf diese Weise läßt sich das Parallelschalten einer Doppelmaschine verhältnismäßig schnell bewerkstelligen.

Das Belasten und Entlasten der Gleichstromdynamos kann sowohl einzeln, wie auch durch eine mechanische Kupplung der Nebenschlußregler gemeinsam geschehen.

An die Gleichstrom-Sammelschienen für 225 Volt sind die nach außerhalb gehenden Leitungen mit Hilfe von zwei Automaten angeschlossen, welche den Zweck haben, die Einflüsse von Kurzschlüssen im Lichtnetz für die Erregung der Synchronmotoren unschädlich zu machen.

(Schluß folgt.)

Die Elektrohängebahnen und ihre Verwendung.

Unter Benutzung einiger neuerer Ausführungen der Firma Bleichert & Co., Leipzig-Gohlis,

Von C. Claus, Charlottenburg.

Im Jahre 1872 nahm der Leipziger Ingenieur Adolf Bleichert sein erstes Patent auf eine Drahtseilbahn, die unter Verwendung eines festen Tragseiles und eines beweglichen Zugseiles leichte Einzellasten auf einer Ringbahn beförderte. Die Vorteile einer derartigen Bahn bestanden in den geringen Anlage- und Betriebskosten. Grund und Boden wurde nur durch die Stützkonstruktion in Anspruch genommen, die Konstruktion selbst konnte sehr leicht gehalten werden, Höhenunterschiede, Wasserläufe und andere Geländeschwierigkeiten waren leicht zu bewältigen. Die Betriebskosten stellten sich niedrig, da bei Höhenunterschieden potentielle Energie nicht verloren ging und die Antriebsmaschine dauernd gleichmäßig belastet wurde. Da die Bahn außerdem eine Behinderung des Verkehrs nicht zur Folge hatte, verschaffte sie sich schnell Eingang, besonders dort, wo dauernd große Mengen geringwertigen Rohmaterials zu befördern waren. Durch Einführung leistungsfähigerer Drahtseile konnte die Entfernung der Stützen allmählich immer größer gewählt werden, durch Verbesserung der Kuppelapparate eroberte sich die Seilbahn das Gebiet der Innentransporte, da es gelang, Kurven bis herab auf 2 m Radius zu nehmen. Außerdem gestatteten die neuen Kuppelungen Steigungen bis 1 : 1 und darüber. An die Stelle des tragenden Seiles trat bei Innentransporten die Hängeschiene, deren Profilgestaltung das Ergebnis langjähriger Erfahrung war.

Die Führung des Zugseiles gestaltete sich trotz der verbesserten Kuppelapparate bei Innentransporten häufig sehr schwierig, da im Inneren von Gebäuden, wo die Hängeschiene meist mit der Deckenkonstruktion verbunden ist, starke Kurven und plötzliche Höhenunterschiede zu überwinden sind, besonders in all den Fällen, wo der Einbau von Transportvorrichtungen erst nachträglich erfolgt. Eine Abzweigung einzelner Strecken durch Weichen und ihr Befahren nach verschiedenen Richtungen war umständlich, ebenso ein Anhalten und Wiederinbetriebsetzen eines Wagens auf freier Strecke. Unwirtschaftlich gestaltete sich schließlich der Betrieb solcher Anlagen, die einen unregelmäßigen Verkehr aufwiesen, da ein für die Höchstleistung berechnetes Zugseil dauernd in Umlauf gesetzt und die Antriebsmaschine zu schwach belastet wurde. Bei Bahnen mit starken Steigungen ergaben sich unverhältnismäßig kräftige Zugseile, da die Hubarbeit in den Steigungen ein Vielfaches der Reibungsarbeit auf ebener Strecke ausmachte.

All diese Schwierigkeiten legten den Gedanken nahe, das gemeinsame Drahtseil durch den elektrischen Einzelantrieb zu ersetzen. Die ersten derartigen Bahnen wurden in Amerika gebaut. Doch verging eine längere Zeit, bis die Fima Bleichert im Jahre 1904 ihre jetzt in verhältnismäßig einfacher Form vorliegenden »Elektrohängebahnen« in die Technik einführen konnte.

Fig. 778. Elektrohängebahnwagen auf Kopfschiene.

Fehlte es doch fast gänzlich an Vorbildern für eine Bahn, die so viele eigenartige Forderungen vereinigte. Das tote Gewicht mußte möglichst niedrig sein bei gleichzeitiger Einhaltung einer möglichst geringen lichten Weite. Um eine einseitige Beanspruchung zu vermeiden, mußte der Wagen genau ausbalanziert werden, was in einfachster Weise durch genau symmetrische Anordnung erreicht wurde. Dazu kamen Rücksichten auf Zugänglichkeit und Auswechselbarkeit sämtlicher Teile, auf Schmierung und Kühlung der Motoren. Da die einzelnen Wagen während der Fahrt sich selbst überlassen waren, mußte ein zuverlässiges Blockierungssystem durchgebildet werden, welches Zusammenstöße infolge ungleicher Geschwindigkeit der Motoren, beim Anhalten und Ablaufen der Wagen an den Ladestellen oder beim gleichzeitigen Einlaufen an Weichen oder Schienenkreuzungen verhinderte.

Zu diesem Zwecke teilte Bleichert die ganze Strecke in zahlreiche einzelne, voneinander isolierte Stücke, die alle ihren Strom von einer gemeinsamen Speiseleitung

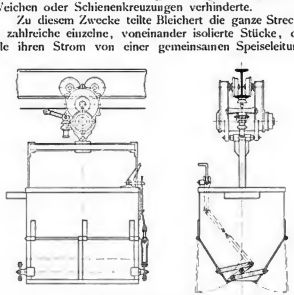


Fig. 779. Bleichertscher Elektrohängebahnwagen auf I-Schienen laufend mit Bodenklappen. Maßstab 1 : 40.

erhielten. Der die Blockstrecke befahrende Wagen betätigt einen Schalter, der die vorhergehende Strecke stromlos macht und schaltet beim Verlassen der Strecke die vorhergehende ein, so daß zwischen zwei Wagen stets eine stromlose Blockstrecke liegt. Bleibt der erste Wagen halten, so fährt der zweite noch bis zum Beginn der zwischen beiden liegenden stromlosen Strecke, ebenso der dritte usf. Setzt sich der erste wieder in Bewegung, so gibt er zunächst die Strecke für den zweiten frei, der nun den dritten anfahren läßt, sobald er selbst auf einen neuen Block übergeht.

Zur Verhütung von Entgleisungen durch falsche Weichenstellung dient eine selbsttätige Weichenverriegelung (D. R. P.), die aus einem Schalter besteht, der von der Weichenzunge betätigt wird, so daß die davor liegende Strecke bei offener Weiche stromlos ist.

Der Betrieb einer vollkommen automatischen Bahn gestaltet sich jetzt folgendermaßen: An der Beladestelle fährt ein ankommender leerer Wagen auf ein Stück der Fahrschiene, das als Verlängerung eines Wagebalkens ausgebildet ist (D. R. P. 167925). Hier schaltet sich der Wagen selbsttätig aus und rückt einen Motor ein, der die Verschlußklappe eines Füllrumpfes öffnet, aus dem

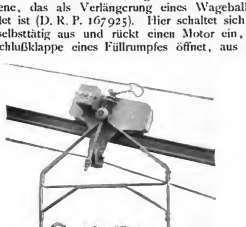


Fig. 780. Elektroseilbahnwagen, mit Drahtseil gekuppelt auf Hängebahnschienen.

das Fördergut ausfließt. Sobald die Ladung die gewünschte Schwere hat, senkt sich der Wagebalken, der Motor schließt den Verschluß, und der Wagen fährt selbsttätig ab. Sobald er die Blockstrecke verlassen hat, rückt der nächste leere Wagen ein. Der erste Wagen fährt bis zur Entladestelle, wo er durch einen Anschlag selbsttätig entleert wird. Da die Wagen so gebaut sind, daß sie nach dem Entleeren wieder in die alte Lage zurückkehren, kann der Wagen bei seiner Ankunft an der Beladestelle von neuem beladen werden. Ist eine Ringleitung nicht vorhanden, so kehrt ein durch Anschlag betätigter Schalter die Stromrichtung des Motors um, so daß dieser zur Beladestelle zurückkehrt.

Zunächst lag es nahe, unter strenger Anlehnung an die Drahtseilbahnen, das Tragseil als Laufbahn beizubehalten. Da aber bei den Elektrohängebahnen der zwanglänfige Antrieb fortfällt und die in der Nähe der Stützpunkte auftretenden Steigungen zu große Widerstände ergeben, ist das Seil als Laufbahn um so weniger zu verwenden, als in den Fällen, wo elektrischer Einzelantrieb zweckmäßig ist, schon bei Drahtseilbetrieb die

Schiene bevorzugt wird. Bei Verwendung von Hängebahnschienen (Fig. 778) laufen zweirädrige Laufwerke auf dem Schienenkopf, während bei Verwendung von I-Schienen (Fig. 779) Laufwerke mit vier Rädern auf dem unteren Flansch der Schiene rollen. Da eine Adhäsionsbahn unter Verwendung eines nicht zu schweren Motors nur schwache Steigungen (bis etwa 5 %) nehmen

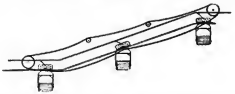


Fig. 781. Schematische Darstellung der Bleichertschen Elektroseilbahn.

kann, so vereinigt Bleichert in seiner »Elektroseilbahn« (D. R. P. 177 289) die Elektrohängebahn mit einer Seilbahn (Fig. 780 und 781), indem er die Anlage trennt in einen oberen und einen unteren horizontalen Lauf, die elektrisch befahren werden, während sich die Wagen in der dazwischenliegenden Steigung selbsttätig mit einem stetig laufenden Zugseil kuppeln, das sie die kurze Steilstrecke hinaufschleppt. Oben angekommen entkuppeln sich die Wagen wieder und fahren elektrisch weiter, bis sie beim Rücklauf zur Schrägstrecke zurückkehren.

Ein anderes Mittel zur Überwindung von Höhenunterschieden ergibt sich, wenn man jeden Hängebahnwagen nach Art einer elektrischen betriebenen Laufkatze noch mit einem Windwerk versieht. (Fig. 782 bis 786.) Nur muß die Konstruktion wieder entsprechend gedrängt

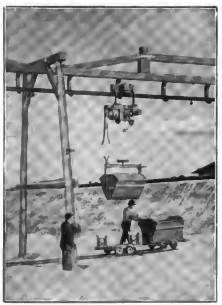


Fig. 784. Elektrohängebahn mit Windwerk und automatischer Steuerung.

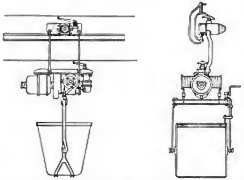


Fig. 782. Bleicherischer Elektrohängebahnwagen mit Windwerk auf Kopfschienen laufend. Maßstab 1 : 60.

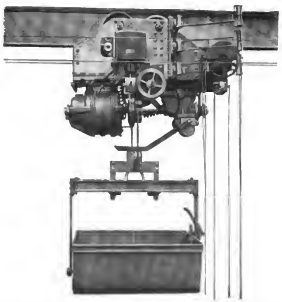


Fig. 783. Elektrohängebahnwagen mit Windwerk, auf einer I-Schiene laufend, für Kleineisentransporte auf Walzwerken, mit nicht automatischer Steuerung.

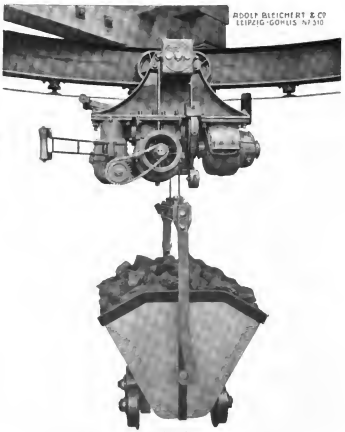


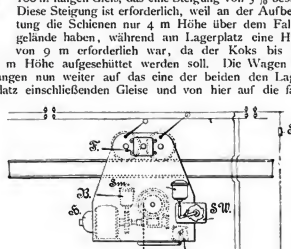
Fig. 785.
Elektrohängebahn mit Steuerautomat und Endausschalter für höchste und tiefste Stellung.

Fig. 786. Elektrohängebahn mit Windwerk und Steuerautomat für 750 kg Nutzlast.

und leicht ausfallen und darf nicht wie bei den üblichen Laufkatzen mit Fernsteuerung sieben verschiedene Leitungsdrähte durch sämtliche Kurven und Abzweigungen enthalten. Diese seither erforderlichen sieben Leitungen wurden durch die Bleichertsche Automatsteuerung (D. R. P. 167893) vermieden, bei der die Schaltwalze in die Laufkatze verlegt und durch ein Magnetgesperre betätigt wird (Fig. 787). An den Stellen, wo das Windwerk betätigt werden soll, ist daher nur die Abzweigung einer Impulsleitung erforderlich, die zu einem Anlasser führt. Der die Anlage bedienende Arbeiter braucht nur den Anlaßhebel umzulegen und damit einen Stromimpuls in den das Magnetgesperre betätigenden Hubmagneten zu schicken, um nacheinander die einzelnen Operationen an dem Fahr- und Hubmotor einzuleiten. Läßt man jetzt noch die Schaltwalze durch die Bewegungen der Winde selbst betätigen, so kommt man zur automatischen Fernschaltung in ähnlicher Weise, wie dies bereits bei den einfachen Elektrohängebahnen beschrieben wurde. Bei den in den Fig. 785 und 786 dargestellten Windenwagen werden die Laufräder durch zwei seitlich der Gußstahlschilde sitzende Motoren angetrieben, die ihren Strom von der blanken Leitung unter der Laufschiene erhalten, während die Schaltleitung für den Windenmotor seitlich angebracht ist. Die Hubbewegung des Wagens wird begrenzt, indem von der Windentrommel aus mittels Kettentriebes (Fig. 785) ein auf einer Spindel verschiebbarer Stein bewegt wird, der die Schaltwalze betätigt. Durch entsprechende Einstellung der Spindel läßt sich jede beliebige Endstellung nach oben und unten bis auf wenige Zentimeter genau einstellen. — Bei der in Fig. 788 gebrachten Anlage handelt es sich darum, von der Sohle des Ofenhauses einer Zementfabrik die auf Gleiswagen ankommende Zementmasse nach dem entfernt liegenden Lagerplatz zu fördern. Der an der Beladestelle ankommende leere Wagen hält an, schaltet die Winde auf Senken und rückt wieder aus, sobald der Wagen die Sohle berührt. Ein Arbeiter tauscht den leeren Wagen gegen einen vollen aus, gibt mit Hilfe des in der Nähe befindlichen Anlassers einen Stromimpuls, der Wagen hebt sich und schaltet mit Hilfe der beschriebenen Spindel, die sich mit der Windentrommel dreht, den Hubmotor in der höchsten Stellung ab und den Fahrmotor ein. Der Wagen fährt zur Entladestelle, wo er sich durch einen Anschlag während der Fahrt entleert, um zur Beladestelle zurückzukehren.

Bei der in den Fig. 789 bis 792 gebrachten Hängebahnanlage für Koks-transport im städtischen Gaswerk Hamburg-Barmbeck wird Koks von der Aufbereitung aus entweder zu den Schiffsbeladestellen am Fabrikkanal S_1 und S_2 oder zum Hauptlagerplatz oder nach dem Lager vor dem Retortenhaus gebracht. Die Förderleistung beträgt, wenn die 1050 m lange Strecke nach dem Lagerplatz befahren wird, 40 cbm, bei Schiffsbeladung 50 cbm Koks in der Stunde.

Aus dem Füllrumpf der Aufbereitung, in den der Koks vom Retortenhaus durch ein endloses Band nach Art eines Rostes befördert wird, werden die Wagen durch Rundschieberverschlüsse beladen und dann durch Einrücken des Schalters auf die Fahrt geschickt. Sie gelangen bei entsprechender Einstellung der Weichen am Kohlenschuppen vorbei nach einem, der anderen Wand des Schuppens parallelen, 100 m langen Gleis, das eine Steigung von 5% besitzt. Diese Steigung ist erforderlich, weil an der Aufbereitung die Schienen nur 4 m Höhe über dem Fabrikgelände haben, während am Lagerplatz eine Höhe von 9 m erforderlich war, da der Koks bis auf 6 m Höhe aufgeschüttet werden soll. Die Wagen gelangen nun weiter auf das eine der beiden den Lagerplatz einschließenden Gleise und von hier auf die Fahr-



F = Fahrmotor. S = Sicherung. Anl = Anlasser.
Sm = Schaltmagnet. B = Bremsmagnet. SW = Schaltwalze.
I = Isolatorschalter H = Hubmotor. AD = Anschlußdose.

Fig. 787. Anordnung der elektrischen Ausrüstung eines Elektrohängebahnwagens.

bare Brücke, die mit Zungenschienen an das feste Gleis anschließt, so daß die Wagen in jeder Stellung darauf übergehen können. Die Brücke hat etwa 13 m Spannweite. Durch Einstellen von Ansehlägen werden die Wagen an beliebiger Stelle gekippt, so daß der ganze Lagerplatz gleichmäßig beschüttet werden kann. Die Wagen kehren nun über das zweite Lagerplatzgleis und ein mit 5% Gefälle verlegtes Außengleis am Ufer entlang zur Aufbereitung zurück, wo sie selbsttätig halten, um von neuem beladen zu werden.

Bei Förderung nach den Schiffsbeladestellen S_1 und S_2 wird das Lagerplatzgleis bzw. das zu der entferneren Beladestelle führende Gleis abgesehaltet, so daß die Wagen einen kürzeren Weg zurückzulegen haben. Das Entleeren der Wagen in die Schiffe geschieht mit Hilfe fahrbarer Schurren (Fig. 792), an denen Auslösevorrichtungen für die Kastenverriegelung angebracht sind.

Die Bahn ist mit den normalen Bleichertschen Blockierungs- und Weichensicherungsvorrichtungen ausgestattet, so daß Zusammenstöße von Wagen oder Entgleisungen unmöglich sind.

Der Inhalt eines Wagens beträgt 1 cbm, entspreehend etwa 340 kg Koks, und die Fahrgeschwindigkeit im Mittel etwa 1 m/Sek., wobei sich der Arbeitsverbrauch auf etwa 0,4 KW für den leeren und 0,5 KW für vollen Wagen stellt. Zur Bedienung ist erforderlich ein Arbeiter am Überladerumpf der Sortieranlage, der die Wagen in einfacher und sehneller Weise füllt und die beladenen Wagen durch Einrücken eines Zugsehalters, der sieh an der Beladestelle befindet, zum Abfahren bringt. Wird Koks nach dem Lagerplatz befördert, so hat sich außerdem an der fahrbaren Brücke ein Mann aufzuhalten, der die Brücke und die Auslösevorriehtung der fortschreitenden Beschickung des Lagerplatzes entsprechend verschiebt.

Fig. 788. Elektrohängebahnwagen mit automatischer Steuerung und Windwerk im Betrieb.

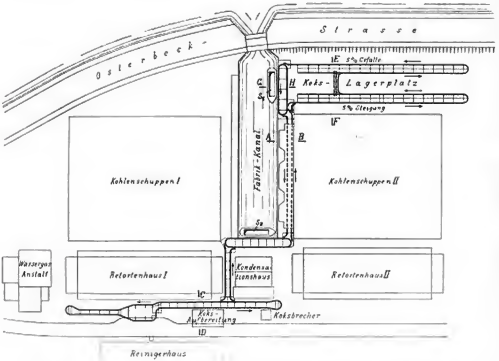


Fig. 789. Lageplan der Kokstransportanlage im Gaswerk Hamburg—Barmbeck. Maßstab 1 : 2000.

Werden Boote beladen, so hat der Mann auf dem Bollwerk die fahrbare Schurre zu versehieben, so daß die Boote gleichmäßig gefüllt werden.

Infolge dieses außerordentlich geringen Bedarfs an Strom und Bedienung stellen sieh die Betriebskosten sehr niedrig. Sie berechnen sieh beispielsweise beim Transport von der Separation bis zu der entfernter gelegenen Schiffsbeladestelle folgendermaßen:

1. Arbeitsverbrauch.

Der durehschnittliche Verbrauch beträgt, da die Hälfte

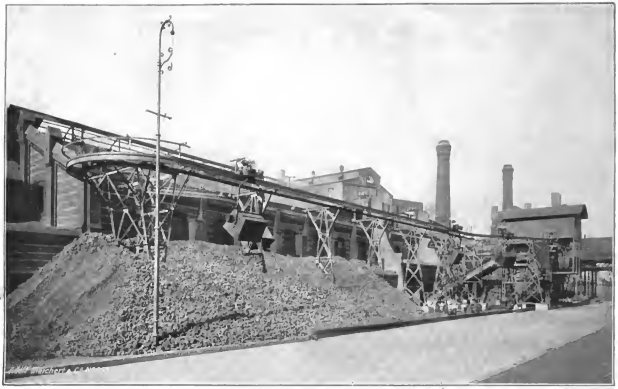


Fig. 790. Kokslagerplatz mit Elektrohängebahnanlage im Gaswerk Hamburg—Barmbeck.

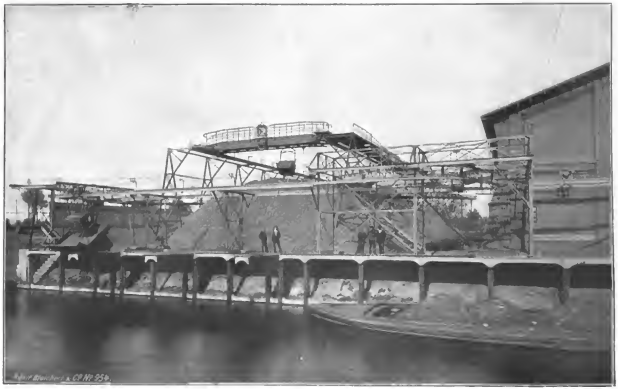


Fig. 791. Kokslagerplatz mit Elektrohängebahnanlage im Gaswerk Hamburg—Barmbeck.

der Strecke von den vollen, die andere Hälfte von leeren Wagen befahren wird, etwa 0,45 KW. Bei 500 Wagen täglich und 650 m Streckenlänge, also 650 Sek. Fahrzeit, ergibt sich ein Arbeitsverbrauch von

$$\frac{0{,}45 \cdot 650}{3600} \cdot 500 = \text{ca. } 40 \text{ KW.St.}$$

Bei einem Strompreis von 18 Pf./KW.St. betragen also die täglichen Stromkosten . . . . . M. 7,20.

2. Bedienung der Anlage: Erforderlich sind zwei Arbeiter zu M. 4 . . . . . » 8,—

3. Wartung der Anlage, Schmier- und Putzmaterial . . . . . » 2,80

für einen Tag M. 18,—

Bei 500 cbm täglich stellen sich also die Betriebskosten auf nicht mehr als 3,6 Pf. für 1 t.

Beim Transport von der Aufbereitung zum Lagerplatz ist der Stromverbrauch etwas höher wegen der großen Streckenlänge und der 100 m langen ansteigenden Strecke, während die Bedienung, wie oben erwähnt, dieselbe ist. Die Betriebskosten für 1 cbm geförderten Koks stellen sich auf etwa 3,5 Pf.

Auf demselben Gaswerk befindet sich gegenwärtig eine große Kohlentransportanlage im Bau, die gleichfalls nach dem System der Bleichertschen Elektrohängebahn arbeitet.

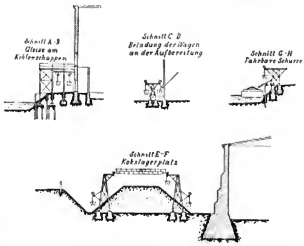
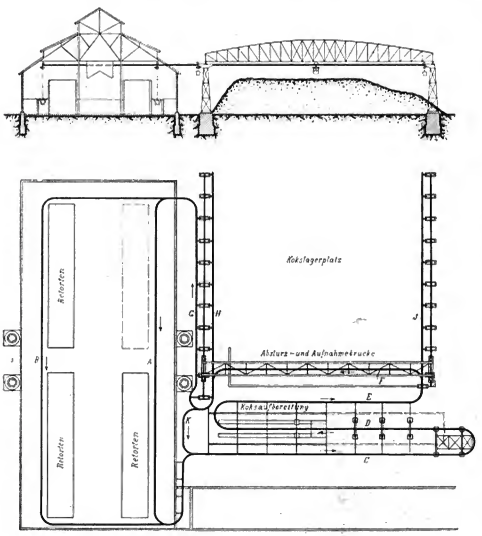


Fig. 792. Einzelheiten der Kokstransportanlage im Gaswerk Hamburg—Barmbeck. Maßstab 1 : 800.

Die Koksförderanlage des neuen Gaswerkes Stuttgart (Fig. 793) dient dazu, den aus den Retorten kommenden glühenden Koks abzulöschen und entweder nach der Aufbereitung oder auf den Lagerplatz zu bringen. Das Ablöschen geschieht nach dem Illigschen Verfahren (D. R. P. 189954) in der Weise, daß von dem Elektrohängebahnwagen aus ein durchlöchertes Gefäß in einen vor den Retorten befindlichen Wasserbehälter herabgelassen wird. Der Koks fällt aus den Retorten unmittelbar in dieses Gefäß und wird sofort abgelöscht, da sich das Gefäß inzwischen mit Wasser gefüllt hat. Der Elektrohängebahnwagen hebt das Sieb an, wobei das Wasser in dem Behälter zurückbleibt, und fährt den Wagen an seinen Bestimmungsort, wo der Koks vollkommen trocken anlangt. Der Wasserbehälter ist verfahrbar angeordnet, so daß er vor jede beliebige Retorte gesetzt werden kann.


Retorten
Retorten
Retorten
Koksbühne
Koksbühne
Koksbühne

Weise vor sich, daß die auf den Gleisen *A* und *B* vor den Retorten beladenen Hängebahnwagen in der Richtung der Pfeile auf Gleis *C* übertreten und nun um eine Umkehrschleife herum über die Koksaufbereitung fahren. Hier findet, falls Bedarf vorhanden ist, die selbsttätige Entleerung der Wagen statt. Soll auf den Lagerplatz geschüttet werden, so fahren die Wagen gefüllt weiter über Gleis *E* auf das Gleis *F* der verfahrbaren Absturzbrücke, wo sie durch einen beliebig verstellbaren Anschlag zum Kippen gebracht werden. Die Wagen kehren dann über das Gleis *G* nach dem Retortenhaus zurück.

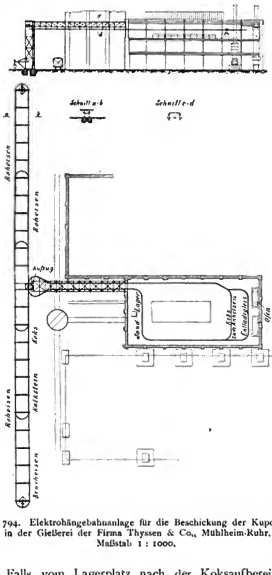


Fig. 794. Elektrohängebahnanlage für die Beschickung der Kupolöfen in der Gießerei der Firma Thyssen & Co., Mühlheim-Ruhr. Maßstab 1 : 1000.

Falls vom Lagerplatz nach der Koksaufbereitung gefördert werden soll, wird der Wagenkasten auf den Lagerplatz heruntergelassen, dort gefüllt und wieder aufgezogen, um dann über das Verbindungsgleis *K* zur Koksaufbereitung zu fahren. Der Wagen braucht nur den kurzen Ring *CDEFK* zu beschreiben, also nicht durch das Retortenhaus zu fahren.

Die Elektrohängebahnanlage in der Gießerei der Firma Thyssen & Co., Mühlheim a. d. R., (Fig. 794), dient dazu, sämtliche Materialien nach der Gicht der Kupolöfen zu schaffen. Von den Lagerplätzen aus, auf welche Kalkstein, Koks und Roheisen von der Bahn ausgeladen werden, wird das Material in die Wagenkästen der nahe über der Erde hingeführten Elektrohängebahn eingeschaufelt. Die Wagen fahren in einen Aufzug hinein, durch den sie auf die Höhe der Gichtbühne gehoben werden. Im Aufzug werden sie durch selbsttätige Arretierungen in der richtigen Lage gehalten. Die Wagen fahren alsdann weiter nach den Kupolöfen, wo sie sich bei verringerter Fahrgeschwindigkeit selbsttätig in große Füllrümpfe entleeren, von denen aus das Material direkt in die Öfen rutscht. Parallel zu diesem Gleis ist ein zweites Gleis gelegt, von dem aus der Koks, der zum Anheizen des Ofens dient, abgestürzt wird; an einer anderen Stelle wird der in der Formerei gebrauchte Sand abgestürzt. Die Wagen kehren entleert zum Aufzug zurück, fahren in die Förderschale ein und benachrichtigen durch ein optisches Signal den untenstehenden Führer, daß sie richtig eingefahren sind und die Verriegelung geschlossen ist. Stehen die Wagen nicht richtig, so kann der Aufzug nicht in Gang gesetzt werden. Der Wagen wird nun abgelassen und nach dem Lagerplatz weiterbefördert. Die Wagen sind als einfache Elektrohängebahnwagen ausgeführt und jeder mit einer Wägevorrichtung versehen.

Die beschriebenen Anlagen lassen zur Genüge erkennen, wie vielseitig das Anwendungsgebiet der Elektrohängebahnen ist. Ihre Ausgestaltung hat das Gebiet der Fördermittel für Massentransport um ein wichtiges Glied ergänzt. Denn nicht um eine Konkurrenz mit den Seilbahnen, nur um eine Ergänzung handelt es sich, da die Anwendungsgebiete beider genau begrenzt sind. Die Seilbahn wird stets dort Verwendung finden, wo es sich um die stetige Förderung großer Mengen über weite Strecken oder Strecken mit einfacher Linienführung handelt. Die Elektrohängebahn dagegen eignet sich besonders für kompliziertere Anlagen mit Abzweigungen, die nicht dauernd befahren werden. Bei kleineren und mittleren Anlagen (bis etwa 50 t/St.) kann eine Windenbahn in Anlage und Betrieb besonders wirtschaftlich sein, da Krane gespart werden und eine Umladung nicht zu erfolgen braucht, da für den ganzen Transport, einschließlich des Wiederaufnehmens vom Lagerplatz, dasselbe Fördermittel Verwendung findet. Der Arbeitsverbrauch ist gering, da die Beschleunigungsarbeit der mit Rücksicht auf das Gewicht des Wagens gewählten schwachen Hubmotoren sehr klein ist. Besonders ins Gewicht fallend ist die Ersparnis an Arbeitskräften.

Kleine Nachrichten.

Neue Bahnen.

Elektrizitätswerk und Straßenbahn in Budweis. Die Gemeinde Budweis hat mit der Internationalen Elektrizitäts-Gesellschaft in Wien einen Vertrag geschlossen, nach welchem letztere berechtigt ist, in der Stadt Budweis ein Elektrizitätswerk und eine elektrische Straßenbahn auf eigene Kosten zu bauen und zu betreiben. Das Kraftwerk erhält vorläufig zwei Tischbeinkessel à 200 qm Heizfläche für 13 Atm. Überdruck, mit eingebauten Überhitzern à 30 qm Heizfläche für eine Überhitzung bis zu 400° C, ferner zwei liegende Compound-Dampfmaschinen mit Kondensation für je eine Maximalleistung von 450 PSi. bei 158 Umdr. pro Min. und einer Eintrittsspannung des Dampfes von 12 Atm. Für die Dampfmaschinen kommt eine Zentralkondensation für stündlich 4500kg Dampf zur Aufstellung. Auf den Dampfmaschinenwellen ist je ein Drehstromgenerator für 320 KVA. Dauerleistung aufgekeilt. Die Periodenzahl ist 42 pro Sek., die Spannung 3 × 5000 Volt.

Die Erregermaschinen werden mittels Schleppkurbeln angetrieben.

Für den Betrieb der Bahn werden zwei Umformer, bestehend aus je einem Asynchronmotor und einem Gleichstromgenerator von 75 KW Leistung und eine Pufferbatterie von 270 Elementen für 180 Amp.St. Kapazität bei einstündiger Entladung dienen. Zum Aufladen der Batterie kommt eine Zusatzmaschine (Drehstrom-Gleichstrom) für 140 Amp. bei 0 bis 250 Volt zur Aufstellung. Die Umformeranlage wird im Kraftwerk untergebracht.

Die schmalspurige (1 m) Straßenbahn führt vom Bahnhofe der Linie Wien—Eger zum Ringplatz (Hauptlinie) und von hier einerseits zum Zentralfriedhof, anderseits in die Linzer Vorstadt. Die Gesamtlänge der Bahn einschließlich der Strecke zum Betriebsbahnhof wird 6,950 km betragen. Es kommen Rillenschienen $^{180}/_{140}$ mm mit einem Gewicht von 42,3 kg/l. m. Schiene und von 94,23 kg für den l. m. Gleis in Verwendung. Die Bahn wird eingleisig hergestellt und erhält Ausweichen für einen 5-Minutenverkehr auf der Hauptlinie und einen 10-Minutenverkehr auf den beiden Zweiglinien. Der kleinste Krümmungsradius beträgt an einer Stelle 20 m, sonst 25 m. Die maximale Steigung ist $^{49,6}/_{00}$ auf eine Länge von 112 m, im übrigen kommen nur maximale Steigungen bis zu $^{16,5}/_{00}$ vor.

Der Wagenpark wird zunächst aus acht Motorwagen und zwei Beiwagen bestehen. Jeder Motorwagen erhält zwei Motoren von je 32 PS Stundenleistung. Die Stromabnehmer werden mit Schleifbügeln ausgestattet. Die Fahrdrahtspannung beträgt 550 Volt. —l.

Das Detailprojekt über eine schmalspurige **elektrische Straßenbahn** von der Station Drohobycz der k. k. österr. Staatsbahnen in die Stadt Drohobycz und zur Personenhaltestelle Drohobycz—Truskawiec der Staatsbahnlinie Drohobycz—Boryslaw in Galizien wurde vor kurzem der behördlichen Kommissionierung unterzogen. Die Bahn wird eine Länge von 4,1 km erhalten. Vorerst sollen fünf Motorwagen beschafft werden. Der Betriebsstrom (Gleichstrom von 550 Volt) wird aus einem bahneigenen Kraftwerke, in welchem zwei Dieselmotoren à 100 PS zum Antriebe von zwei Gleichstromgeneratoren und eine Pufferbatterie für 92 Amp.St. bei einstündiger Entladung aufgestellt werden, geliefert werden. —l.

Bremsen.

Bremsschuhverbrauch der New Yorker Strafsen-, Hoch- und Untergrundbahnen. Es hat sich ergeben, daß das häufige Anhalten der Lokalzüge der New Yorker Hoch- und Untergrundbahnen der Interborough Rapid Transit Co. es erforderlich macht, während $^{1}/_{4}$ der gesamten Fahrzeit mit angezogenen Bremsen zu arbeiten, während sich bei den längeren Expreßstrecken diese Bremszeit immerhin noch auf $^{1}/_{8}$ der gesamten Fahrzeit beläuft. Erklärend muß vorausgeschickt werden, daß die New Yorker Untergrundbahn zum überwiegenden Teile viergleisig ausgeführt ist, wobei die innenliegenden Gleise dem Expreßverkehr und die außenliegenden Gleise dem Lokalverkehr dienen. Die Haltestellen des Expreßverkehrs folgen einander in Abständen von ungefähr 4 bis 6 Haltestellen des Lokalverkehrs. Im Ganzen sind etwa 50 Haltestellen im gegenseitigen Abstande von etwa 0,5 km voneinander vorhanden.

Das rollende Material besteht aus 1544 Wagen mit je 2 × 200 PS-Motoren und die Strecke aus 115,7 km Untergrundbahn- und 118,8 km Hochbahngleisen.

Das häufig erforderliche Abbremsen verursacht einen nicht unerheblichen Materialverbrauch von Rädern und Bremsschuhen, wobei sich die Unterteilung in Expreß- und Lokalverkehrbetrieb für den ersteren selbstverständlich mit Bezug auf Zeitgewinn wie Ersparnis an Bremsschuhmaterial bedeutend günstiger stellt. Der Gesamtverbrauch an Bremsschuhgußeisen beträgt ungefähr 220 t pro Jahr.

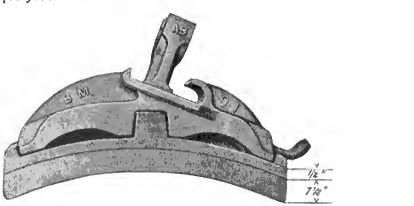


Fig. 705. Bremsschuhschalter mit auswechselbarem Bremsschuh.

Die Brooklyn Rapid Transit Co. betreibt 780 km Straßenbahn- und 110 km Hochbahngleise, sowie 3900 Wagen in dem Stadtbezirk Brooklyn (1 392 800 Einwohner) von Groß New York (4 113 000 Einwohner). Ihr Verbrauch an Bremsschuhen belief sich im Jahre 1906 auf 72 455 Stück mit einem Gesamtgewicht von 1197 t, von denen allerdings 488,6 t oder etwa $41\,^{0}/_{0}$ als Alteisenausbeute zurückblieben. Bezogen auf die Gesamtzahl von 1103590480 Wagen-km ergibt sich ein Bremsschuhverbrauch von 10,73 kg neuer Schuhe per 1000 Wagen-km. Um die Unterhaltung zu erleichtern, sind $61,2\,^{0}/_{0}$ der Wagen einschließlich aller Hochbahnwagen mit Bremsschuhhaltern ausgestattet, die ein leichtes Auswechseln der eigentlichen Bremsschuhe ermöglichen. Vergleichsweise sei mitgeteilt, daß sich die Abnutzung der Schuhe bei den Hoch- und Straßenbahnen wie folgt verhielt:

Hochbahn	Straßenbahn
27 851 Schuhe	44 604 Schuhe
42 168 942,4 km	68 190 537,6 km
1 Schuh pro 1 513,6 Wagen-km	1 Schuh pro 1 528 Wagen-km

Hierzu mag noch bemerkt werden, daß zufolge der, mit normalisierten Teilen gemachten guten Erfahrungen, die American Street & Interurban Ry. Association, die bedeutende und einflußreiche Vereinigung aller wichtigeren amerikanischen Straßen- und Überlandbahnen, dazu übergegangen ist, eine Anzahl von Normalisierungsvorschlägen für Wageneinzelheiten zu machen, von denen sich auch einer besonders mit der Frage der Aufhängung, der Formgebung und der Auswechselbarkeit der Bremsschuhe beschäftigt. Ein Resultat ist der Bremschuhhalter und die Bremsschuhform, die in Fig. 705 dargestellt sind. Der größte Wert ist dabei auf die leichte Auswechselbarkeit der der Abnutzung ausgesetzten Bremsschuhe gelegt, während die Träger der Bremsschuhe derart ausgebildet sind, daß sie ein leichtes Umdrehen der letzteren gestatten. Dies ermöglicht ungleichmäßig abgeschlissene Bremsschuhe bis zu einer Fleischstärke von etwa $^{1}/_{4}{}''$ (6,4 mm) auszunutzen. Der je nach der Art des Wagenuntergestelles auszubildende Halter der Bremsschuhe besteht vorteilhafter Weise aus Gußstahl und ist als kräftiger Rippenkörper ausgeführt. Die folgenden Daten beziehen sich auf die mittlere Lebensdauer und Kosten dieser Normalbremsschuhe.

Gewicht des Bremsschuhhalters	Bremsschuhe			Gewicht des abgeschliffenen Materiales wenn der Schuh bis auf 1/4 (12,7 mm) abgenutzt ist	Gewicht des als Schrott verwendbaren Bremsschuhmateriales	Nettokosten der Bremsschuhe
	Gewicht	Länge	Stärke			
kg	kg	mm	mm	kg	kg	M.[1])
5,4	10	349,4	41,4	6,5	3,5	1,80

[1]) Als mittlere Daten zur Kalkulation der Bremsschuhkosten per 1000 km kann man rechnen: Bremsschuhabnutzung per 1000 km 0,56 kg. Kosten des neuen liremsschuhes 18 Pf. pro kg. Schrottwert des abgenutzten Schuhes 11,4 Pf. pro kg.

Aus dem Rechtsleben.

Haftpflicht. 1. In einem Wirtsgarten war der elektrische Beleuchtungsdraht unverwahrt etwa 1/2 m über den Draht einer Zugschelle gespannt und hatte sich allmählich so gesenkt, daß er letzteren berührte. Der von dem Elektrizitätswerk erzeugte Strom von 2000 Volt wurde zu Beleuchtungszwecken in einem Transformator in einen Strom von 100 Volt umgewandelt und von da aus den Verbrauchsstellen zugeführt. Ein Gewitter traf den Transformator und beschädigte diesen derart, daß der Hochspannungsstrom ohne Umwandlung in die Lichtleitung gelangte. Von hier trat er in dem Wirtsgarten in die Klingelleitung über und tötete den H., als dieser den Klingelzug berührte.

Das Berufungsgericht nahm an, daß der Maschinist des Elektrizitätswerkes insofern einen Fehler begangen hat, als er die Anschaltung des Netzes an die Maschine, nachdem er einmal die Störung durch das Gewitter wahrgenommen hatte, nicht immer nur wenige Sekunden, sondern etwas länger hat bestehen lassen. Als Fehler betrachtete es ferner das Fehlen genügender Blitzableiter für die Hochspannungsanlage. Diese beiden Fehler wurden der Stadt als Eigentümerin des Elektrizitätswerkes als Verschulden angerechnet. Wenn auch der Maschinist eine zuverlässige und praktisch ausgebildete Person sei, so habe einer solchen allein nicht die Anlage anvertraut werden dürfen, es hätte der Oberaufsicht durch einen wissenschaftlich vorgebildeten Ingenieur bedurft. Diese Auffassung wurde vom Reichsgericht in dem Urteile vom 27. April 1908 (Aktenzeichen VI 366/07) gutgeheißen und dazu bemerkt:

Verfehlt sei der Hinweis, daß es sich um eine kleine Landgemeinde handelt, der gegenüber die gestellten Anforderungen überspannt seien, daß die Stadtverwaltung sich damit hätte begnügen dürfen, die Anlage einer zuverlässigen Firma anzuvertrauen.

2. Ein dem Motorwagen entgegenkommender Fußgänger wurde überfahren. Bei Abweisung der Schadenersatzklage wies das Reichsgericht in dem Urteile vom 21. Mai 1908 (Aktenzeichen VI 437/07) darauf hin, daß den Verletzten ein solcher Grad von Verschulden infolge Trunkenheit oder Sorglosigkeit treffe, daß demgegenüber die Betriebsgefahr des Bahnbetriebes gar nicht in Betracht kommen könne. Es ist nämlich festgestellt, daß der Verletzte z. Z. des Unfalles in später Nachtstunde bei genügender Beleuchtung und nur sehr geringem Fußgängerverkehr auf der eine längere Strecke gerade verlaufenden Straße an den Motorwagen angestoßen ist.

3. Wenn jemand auf einen Motorwagen aufspringen will und der Wagen zu fahren beginnt, als der Fahrgast sich schon am Griffe festhielt, so liegt in dem anschließenden Aufspringen noch kein eigenes Verschulden. Eine Verletzung der Verkehrssorgfalt ist aber anzunehmen, wenn jemand auf einen fahrenden Wagen, der bereits bei seinem Herankommen in Bewegung war, aufspringt. Sollte dieses auch üblich sein, so geschieht es doch stets im Vertrauen auf eigene Gewandtheit und im Bewußtsein der Gefahr. Die Unterlassung der Gefahrvermeidung enthält ein eigenes Verschulden, das der Täter nach § 254 Abs. 2 B. G. B. zu vertreten hat.

Entscheidung des Reichsgerichts vom 1. Juni 1908 (Aktenzeichen VI 508/07).

4. Wenn bei einem nur durch eine Person bedienten Motorwagen der Fahrgast durch das vorgesehene Klingelzeichen seine Absicht, abzusteigen, bekannt gegeben hat und gleich darauf gehalten wird, so kann der Fahrgast annehmen, daß das Halten dazu bestimmt ist, ihm das Absteigen zu ermöglichen, er braucht nicht mit der Möglichkeit zu rechnen, daß das aus anderen Gründen verursachte Anhalten ein so kurzes sein wird, daß er nicht Zeit zum Aussteigen hat. Kommt der im Aussteigen begriffene Fahrgast dadurch zu Fall, so haftet die Straßenbahnunternehmung.

Entscheidung des Reichsgerichts vom 11. November 1907 (6. Zivilsenat). C.

Berichtigung.

Bei der Durchsicht der auf Seite 578 im Rahmen meines Aufsatzes über **„Die Rittnerbahn“** veröffentlichten Tabelle der elektrischen Bahnen sind bedauerlicherweise an zwei Stellen unrichtige Angaben stehen geblieben. Ich lege fest, daß an den elektrischen Lieferungen für das Unterwerk der Seilbahn an der Mendel auch die Vereinigte Elektrizitäts-Akt.-Ges. Wien teilgenommen hat. Für die Mendel-Dermullobahn wäre richtigerweise ebenfalls nur diese Firma zu nennen.

Dr.-Ing. Seefehlner, Wien.

Neue Bücher.

Der Turbinenrechenschieber und seine Anwendung zur Projektierung von Wasserkraftanlagen. Von Ing. Holl.

Über den Turbinenrechenschieber ist in dieser Zeitschrift, Jahrgang 1907, Heft 36, 24. Dezember unter dem Titel »Ein neues Hilfsmittel zur Projektierung hydroelektrischer Anlagen« bereits berichtet worden. Um dessen Gebrauch leicht verständlich zu machen und alle dabei in Betracht kommenden Fragen kurz zu erörtern, hat der Erfinder, Herr Ing. Holl, eine Broschüre unter obigem Titel herausgegeben. Sie enthält neben der Beschreibung des Turbinenrechenschiebers einen allgemeinen kurz gefaßten Überblick über Wasserkraftprojektierung, wobei natürlich vom Verfasser einige Kenntnis der Begriffe vorausgesetzt wurde. Es wird gezeigt, wie der Reechenschieber zur vorläufigen Dimensionierung der Turbine und zur Bestimmung der Zubehörteile einer Wasserkraftanlage, der Rohrleitungen, Wasserschloß, Kanäle benutzt werden kann. Bemerkungen zur Wasserkraftprojektierung ergänzen die Anleitung zum Gebrauch des Schiebers. Derselbe ist auch zur Projektierung von Zentrifugalpumpen verwendbar.

Die Broschüre enthält ferner eine lehrreiche Beispielsammlung, durch welche Verfasser seine Behauptungen näher erläutert, und schließt mit einer Prüfung ausgeführter Turbinenkonstruktionen und Wasserkraftanlagen mit Hilfe des Schiebers.

Die Darstellung des Gewollten ist knapp, klar und leicht verständlich. Sowohl das reichhaltige Ziffernmaterial als auch die guten und deutlichen Figuren sind mit Sorgfalt zusammengestellt und gewähren eine gute Übersicht darüber, daß die Absichten des Verfassers als tatsächlich verwirklicht angesehen werden können.

Sowohl die Broschüre als auch der Rechenschieber können zur Anschaffung empfohlen werden.

W. Reichel.

Die elektrischen Kohlenglühfadenlampen, ihre Herstellung und Prüfung. Von Heinrich Weber, Elektrochemiker. Mit 166 Figuren. Hannover, Dr. M. Jänecke, 1908. Geh. M. 9, geb. M. 9,80.

Dem ersten, die »Kohlenglühfäden«[1]) behandelnden Teile, der im vorigen Jahre erschien, läßt Verfasser hiermit einen zweiten abschließenden Band folgen, in welchem er eine umfangreiche Schilderung der Fabrikationsarten der Kohlenfadenlampen, d. h. der Weiterverarbeitung des Glühfadens zur fertigen Lampe, gibt. Die Darstellung nimmt allerorten auch auf die geschichtliche Entwicklung, die sich in den erteilten Patenten widerspiegelt, gebührende Rücksicht. Die wichtigsten Kapitel behandeln: Einschmelzen der Elektroden in die Füße; Verbinden der Fäden mit den Elektroden; Einschmelzen der Füße in die Birnen; Evakuieren — dieser Abschnitt besonders reichhaltig —; Photometrieren; Befestigung der Kontaktsockel; Nacharbeiten.

Zwar erscheint das Buch etwas spät auf dem Plane, da gerade jetzt die Metallfadenlampe sich in den Vordergrund zu drängen beginnt; trotzdem wird sich, wie obige kurze Inhaltsangabe erkennen läßt, besonders dieser zweite Band des Werkes auch heute noch von Nutzen erweisen, da vielerlei für die niederwattigen Glühfadenlampen seine Gültigkeit behält. Und auch abgesehen von der Bedeutung des Werkes für den Spezialisten, besitzt es als fleißige und übersichtliche Gesamtdarstellung dauernden Wert. — Ein etwas glatterer Stil wäre hier und da, vor allem bei Darlegungen allgemeinerer Natur, zu wünschen gewesen.
Heilfron.

Prüfung und Kritik einer Bilanz. Durchgeführt an einem Beispiele der Praxis von W. Heinzerling, Darmstadt. Verlag von Hans Th. Hoffmann, Darmstadt. Preis M. 1.

Der Inhalt der Broschüre ist sehr durchdacht; die einzelnen Ausführungen lassen hinsichtlich Klarheit und Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig, indes bietet das Gesamte besonders neue Gesichtspunkte nicht. Th. Kahle.

Schaltungsbuch für Schwachstromanlagen. Zusammengestellt von Dr. Max Lindner. Neunte Auflage, bearbeitet von W. Knobloch. Leipzig 1908, Verlag von Hachmeister & Thal. Preis geb. M. 2.

In dieser Arbeit sind eine große Anzahl der gebräuchlichen Schaltungen der Schwachstromtechnik zusammengestellt und zwar betreffend: Elementenschaltungen, Haustelegraphen und Signalanlagen, Fernsprechanlagen, Postnebenstellenanlagen, Wasserstandsmeß- und Sicherheitsanlagen, Wächter- und Temperaturkontrollanlagen, selbsttätige Feuermelder für abgeschlossene Räume, elektrische Uhrenanlagen, Feuermelde- und Alarmanlagen für Fabriken, Dörfer, Städte, Anlagen für zeitweise Batteriebeleuchtung. Angefügt sind Tabellen, betreffend Widerstand und Gewichte der in der Schwachstromtechnik verwandten Drähte.

Das Werk gibt einerseits rasche Aufklärung über die gebräuchliche, für einen bestimmten Zweck in Betracht kommende Anlage, anderseits sind die Ausführungen der Schaltungen derart gehalten, daß Leitungen ohne weiteres nach jenen gelegt werden können. Entsprechend ist die Verwendungsmöglichkeit des Buches eine vielfache: sowohl beim Entwurf als auch bei der Montage dient es als sichere und bequeme Grundlage. E. M.

Adreßbuch 1908/09 sämtlicher Bergwerke und Hütten Deutschlands mit Nebenbetrieben. Verlag von Hermann Kramer, Dresden-A. 27, V. Jahrgang. Preis M. 6.

[1]) Elektr. Kraftbetr. und Bahnen 1907, S. 457.

Das Buch enthält nicht nur die Adressen sämtlicher Bergwerke und Hütten Deutschlands, es gibt auch Aufschluß über die wichtigsten Daten der einzelnen Werke, wie: Gründung, Besitzer, bei Gesellschaften auch die Höhe des Aktienkapitals, Betriebsleitung, Anzahl der beschäftigten Arbeiter sowie Nebenbetriebe. Die Einteilung in Braunkohlen-, Steinkohlen-, Kali- und Erzbergwerke sowie Hüttenwerke — die nun wieder weiter unterteilt sind — erleichtert sehr die Übersicht und das schnelle Auffinden der einzelnen Werke. Das Buch bietet mehr, als es im Titel verspricht.

Die Revision elektrischer Starkstromanlagen. Von Dipl.-Ing. P. Stern. (Bibliothek der gesamten Technik, 38. Band.) Hannover 1908, Dr. Max Jänecke, Verlagsbuchhandlung. In Ganzleinen geb. M. 3,60.

Für die elektrischen Starkstromanlagen ist eine öftere Revision eine unbedingte Notwendigkeit. Es haben sich auf diesem Gebiete besondere Elektrotechniker, die hier Spezialerfahrungen gesammelt haben, herangebildet, die Revisionsingenieure. Dipl.-Ing. Stern gibt hier seine Erfahrungen, die er in seiner langen Praxis bei Revisionen zahlreicher elektrischer Anlagen gesammelt hat, wieder. Er bespricht die Revision nach Zweck, Vorbereitung, Ausführung und Beurkundung, hat auch die für die Isolationsmessung zu beachtenden Gesichtspunkte erwähnt und die Revision der Gebäudeblitzableiter gestreift. Eine eingehende Betrachtung haben die Unfall- und Feuersgefahren der elektrischen Anlagen gefunden, ferner die Räumlichkeiten, in denen solche Gefahren vorzugsweise auftreten, sowie die Mittel, mit denen ihnen begegnet werden kann. Schließlich ist eine Übersicht über die Fülle der für die deutsche Elektrotechnik geltenden Vorschriften und Normen geboten, von denen eine zweckdienliche Auswahl teils im Auszuge, teils im Wortlaute wiedergegeben ist. Das Buch bildet eine erwünschte Ergänzung der vorhandenen Fachliteratur, es gibt dem Techniker Gelegenheit, seine Kenntnisse auf diesem Spezialgebiet der Elektrotechnik zu bereichern, und ist als Nachschlagebuch sehr geeignet.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

3. Umwandlung der mechanischen Energie in elektrische.

Ein neues System der Spannungsregelung für Wechselstromgeneratoren. Von M. Seidner. (E. T. Z., 30. April 1908, S. 450.)* Überblick über die bisher bekannten Verfahren: Die Methoden, die den Erregerstrom mittels eines synchron laufenden Kollektors aus dem Wechselstrom umformen (z. B. Heyland, Alexanderson) lassen sich nur bei Maschinen mit wenig Polen anwenden, bedingen hohe Verluste in Ohmschen Widerständen und Transformatoren und können nicht die infolge Drehzahländerungen entstehenden Spannungsschwankungen beseitigen. Von den Methoden, bei denen durch den Wechselstrom auf mechanischem Wege ein in den Erregerkreis eingebauter Widerstand beeinflußt wird (z. B. Bláthy, Thury, Dick, Siemens-Schuckertwerke, Tirill) arbeitet der Tirillregulator bisher am sichersten und schnellsten. Wegen seines komplizierten Baues kann er jedoch leicht versagen, und deshalb empfiehlt es sich, ihn nur zur Spannungsregelung um 15 bis 20% zu benutzen, damit bei einem Versagen nicht der ganze Betrieb gestört wird. Es ist nicht möglich, mehrere

Tirillregulatoren parallel arbeiten zu lassen, deshalb sind mehrere parallel arbeitende Generatoren mit nur einem Regulator zu versehen, was bedingt, daß nur Einheiten derselben Type und Leistung parallel laufen können. — Die vom Verfasser angegebene Regelungsmethode ist im Prinzip in Fig. 796 dargestellt.

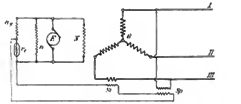


Fig. 796. Schema der Spannungsregelung für Wechselstromgeneratoren.

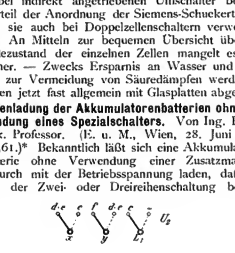
G ist der Drehstromgenerator, N seine von der Erregermaschine E gespeiste Erregerwicklung. Die Erregermaschine E trägt außer ihrer normalen Erregerwicklung n noch eine Gegenwicklung n_r die in Reihe mit einem Eisendrahtwiderstand r_r geschaltet ist und mit diesem zusammen parallel zu n liegt. Durch den Eisendrahtwiderstand r_r fließt noch ein Wechselstrom, der durch den Stromtransformator St und den Spannungstransformator Sp erzeugt wird und dessen Stärke mit wachsender Drehstrombelastung wächst. Der Widerstand des Eisenwiderstandes wächst ungefähr proportional dem Strome, mit wachsender Drehstrombelastung wächst der Widerstand r_r und der durch die Wicklung n_r fließende entmagnetisierende Gleichstrom nimmt ab, die Erregerspannung wächst also. Bei der geringen Wärmekapazität der Eisendrahtwiderstände erfolgt die Regelung sehr rasch. Eine verbesserte Schaltung vermeidet den in der Schaltung Fig. 796, in dem Anker und der Erregerwicklung der Erregermaschine auftretenden Wechselstrom. Die Versuche haben erwiesen, daß die Spannungsregelung sehr plötzlich erfolgt und bei jedem Strom und jeder Phasenverschiebung möglich ist. Besondere Vorteile sind ihre Betriebssicherheit (keine beweglichen Massen und Kontakte) und Billigkeit. Es können mehrere verschiedenartige Maschinen je mit einem solchen Spannungsregler ausgerüstet parallel arbeiten, ohne übermäßige Ausgleichsströme zu bekommen.

5. Umformung und Aufspeicherung der elektrischen Energie.

Einankerumformer zur Umwandlung von Gleichstrom konstanter Spannung in solchen veränderlicher Spannung. Von Dr. L. Fleischmann. (E. T. Z., 16. Juli 1908, S. 685.)* Diese Maschine bildet eine Weiterbildung der Rosenbergschen Maschine. Der Stromkreis mit veränderlicher Spannung wird zwischen die bei der Rosenbergmaschine kurzgeschlossenen Bürsten gelegt. Die konstante Primärspannung liegt an dem anderen Bürstenpaar. Die Maschine läuft dann vom Netz aus als Motor, damit sie aber nicht durchgeht, müssen auf den Polschuhen Hilfspulen angebracht werden, die von den Bürsten des Verbrauchsstromes aus erregt werden. Die Maschine liefert selbsttätig in Abängigkeit vom Widerstand des Verbrauchsstromkreises veränderliche Spannung. Sie ist deshalb zur Speisung von Bogenlampen ohne Vorschaltwiderstand geeignet. Die Kommutation soll bei allen Stromstärken und Geschwindigkeiten gut sein.

Akkumulatorenanlagen. (E. T. Z., 21. Mai 1908, S. 513.) Übersicht über den heutigen Stand der Akkumulatorenanlagen: Von der Aufladung der Batterie mittels Hauptdynamo ist man fast allgemein abgegangen und verwendet nur noch Zusatzdynamos. Die Ausgleichsmaschinen sind wieder in Aufnahme gekommen, um während des Ladens Ungleichheiten der beiden Batteriehälften auszugleichen, wodurch das Aufladen einzelner Batteriehälften und komplizierte Schaltungen überflüssig werden. Zahlreich verwendet werden neuerdings bei größeren Batterien die selbsttätigen Zellenschalter; dadurch fallen die wenigen Zellenschalter an den Schalttafeln fort und werden Zellenschalterleitungen gespart. Zur weiteren Ersparnis an Zellenschalterleitungen dient die Hilfszellenschaltung. Die Siemens-Schuckertwerke legen die Hilfszellen jedesmal zwischen die Zellenschalterkontakte und benutzen die bisher zur Funkenentziehung und Widerstandschaltung verwendeten Kontaktvorrichtungen des Zellenschalters zur Zwischenschaltung der Hilfszellen, während die A. E. G. die Hilfszellen in die Stammbatterie verlegt und ihre Zwischenschaltung durch einen von der Zellenschalterkurbel indirekt angetriebenen Umschalter betätigt. Vorteil der Anordnung der Siemens-Schuckertwerke, daß sie auch bei Doppelzellenschaltern verwendbar ist. An Mitteln zur bequemen Übersicht über den Ladezustand der einzelnen Zellen mangelt es noch immer. — Zwecks Ersparnis an Wasser und Säure und zur Vermeidung von Säuredämpfen werden die Zellen jetzt fast allgemein mit Glasplatten abgedeckt.

Dreireihenladung der Akkumulatorenbatterien ohne Verwendung eines Spezialschalters. Von Ing. Edler, k. k. Professor. (E. u. M., Wien, 28. Juni 1908, S. 561.)* Bekanntlich läßt sich eine Akkumulatorenbatterie ohne Verwendung einer Zusatzmaschine dadurch mit der Betriebsspannung laden, daß man sich der Zwei- oder Dreireihenschaltung bedient.



Entladung . . . $L_1 a - bc - de - fg - hL_2$
Ladung I . . . $L_1 a - bc - L_1 c - de - fg - hL_2$
Ladung II . . . $L_2 a - bc - dg - hL_1 - (de)$.

Fig. 797. Schaltungsanordnung mit zwei Umschaltern für Ladung von Akkumulatorenbatterien.

Dreireihenladung: a) Ladung in drei Zeitabschnitten. Schaltung: I II, I III, II III, also je zwei Gruppen in Reihenschaltung, wobei jedesmal ein Ladewiderstand vorzuschalten ist. b) Ladung in zwei Zeitabschnitten. Schaltung: $<^{\text{I}}_{\text{II}}>$ III, I II, d. h. es werden zuerst die beiden Gruppen I und II je zur Hälfte, die Gruppe

III aber voll aufgeladen, während in der zweiten Ladeperiode die beiden Gruppen I und II nachgeladen werden. Für b) ist eine Schaltungsanordnung (Fig. 797) mit nur zwei Umschaltern U_1 und U_2 beachtenswert: mittels U_1 erfolgt die Einstellung für Ladung oder Entladung, mit U_2 wird die Ladestellung I oder II erzielt.

6. Wirtschaftliche Untersuchungen.

Durchschlagspannung und Temperatur. Von A. Grau. (E. u. M., Wien, 5. Juli 1908, S. 579.)* Bei der Untersuchung eines Materials auf seine Durchschlagsfestigkeit wird die Prüfspannung allmählich erhöht und jener Wert als Durchschlagspannung bezeichnet, bei dem das Material durchschlagen wird. Um zu richtigen Werten zu gelangen, muß mit jeder Erhöhung der Prüfspannung solange gewartet werden, bis die Materialtemperatur konstant geworden ist. Zu den Versuchen wurden Stabilit- und Hartgummiplatten von 50/50 cm Seitenlänge und 2 mm Dicke benutzt, welche auf beiden Seiten mit Staniolbelegungen versehen waren. Stromart: Wechselstrom von 44 Per. pro Sek.

1. Ermittelung der von einer bestimmten Spannung erzeugten Temperatur. Dieselbe wurde von 15 zu 15 Minuten bestimmt und erreichte bei Belegungen von 5 cm Durchm. nach etwa einer Stunde einen konstanten Wert. (Isolationsmaterial: Stabilit.)

Versuchsdauer in Min.	10 700 Volt °C	15 000 Volt °C	19 500 Volt °C	25 000 Volt °C
15	21,5	28,5	37,0	66,0
30	23,0	29,5	38,0	nach 25 Min. trat
45	24,5	30,0	39,0	der Durchschlag
60	24,5	30,0	39,0	bei 84,0 ein.

2. Abhängigkeit der Temperatur von der Größe der Belegung. (Isolationsmaterial: Stabilit.)

Belegungen von 10 cm Durchm.		Belegungen von 15 cm Durchm.		Belegungen von 20 cm Durchm.	
Spannung Volt	Temp. °C	Spannung Volt	Temp. °C	Spannung Volt	Temp. °C
11 000	26,5	10 000	27	10 000	29
15 000	32,5	15 000	36	15 000	45
20 000	49,0	20 000	95	17 500	107
23 000	90,0				
Der Durchschlag erfolgte nach 9,1 Min.		Der Durchschlag erfolgte nach 67 Min.		Der Durchschlag erfolgte nach 64 Min.	

3. Messungen an Hartgummiplatten.

Versuchsdauer in Min.	10 600 Volt °C	24 000 Volt °C	32 500 Volt °C	35 000 Volt °C
15	22,0	44,5	90,0	nach 5 Min. 110
30	23,0	45,5	94,5	nach 7 Min. 125
45	23,8	46,5	96,0	nach 8 Min. erfolgte
60	24,0	47,0	97,0	der Durchschlag

4. Erhöhung der Durchschlagspannung durch Kühlung der Belegung (Isolationsmaterial: Hartgummi.)

Versuchsdauer in Min.	10 000 Volt °C	25 000 Volt °C	35 000 Volt °C	39 000 Volt °C
15	20,5	34,5	84,0	95,0
30	21,5	36,0	86,0	109,2
45	22,0	37,0	87,5	Der Durchschlag erfolgte nach 35 Min.
60	22,0	37,5	87,5	

5. Versuche an erhitzten Platten (Isolationsmaterial: Stabilit). Die Durchschlagspannung nimmt ab mit ansteigender Temperatur, gleichgültig ob die Temperaturerhöhung durch elektrische Arbeitsleistung (Versuch 1. bis 4.) oder durch Erhitzung hervorgerufen wird.

Die durch Erhitzung gefundenen Durchschlagspannungen bei

86° C	mit	23 500 Volt
92° C	»	22 000 »
100° C	»	20 500 »
115° C	»	18 500 »

weichen um ein Geringes von den Resultaten der vorhergehenden Versuche ab.

Die Herstellung von Blechsegmenten für Dynamoanker. Von Dipl.-Ing. Arbeiter. (E. u. M., Wien, 31. Mai 1908, S. 471.)* Für die Herstellung der Segmente wendet man zwei verschiedene Arten von Verfahren an: 1. die Herstellung mittels Stanzen, 2. diejenige mittels Rundschere, Loch- und Nutenstanze. Obgleich das erstere Verfahren das weiter verbreitete ist, will es doch scheinen, als ob namentlich im Großmaschinenbau (weniger Massenherstellung), das zweite Verfahren vorteilhafter ist und zwar a) in bezug auf Zeitersparnis immer, b) in bezug auf Herstellungskosten in den meisten Fällen. Verfasser beschreibt zunächst die Herstellung nach dem zweiten Verfahren und gibt dann eine vergleichende Kostenberechnung über die Herstellung ein und desselben Segmentes nach den beiden Verfahren. Das zweite Verfahren hat ferner den Vorteil, daß das Werkzeuglager bedeutend kleiner ausfällt und das erste Verfahren den Nachteil, daß große Schnitte viel Platz beanspruchen und oft lange Zeit nicht gebraucht werden.

Bahntechnische Forderungen an den elektrischen Vollbahnbetrieb. Vortrag von Dr. Hruschka. (E. u. M., Wien, 7. Juni 1908, S. 487; 14. Juni 1908, S. 516.)* Die Ziele müssen sein: höchste Zugkraft, höchste Geschwindigkeit bei größter Wirtschaftlichkeit und größter Leistungsfähigkeit der Strecke. Dies erfordert: Erhöhung der Treibgewichte und der Motorleistungen. Zur genauen und dabei möglichst schnellen Beurteilung der einschlägigen Verhältnisse gibt Verfasser ein einfaches Verfahren, aus einem oder zwei Kurvenblättern jede von den nachstehenden fünf Größen aus den anderen unmittelbar zu bestimmen, und zwar Treibgewicht, Wagengewicht, Schienenreibungskoeffizient, beliebige Steigung und Beschleunigung auf dieser Steigung. Soll ein Zug auf einer größten Steigung von 20 ‰ noch mit einer Beschleunigung von 0,05 m/Sek.² anfahren können, so benötigt man bei einem Schienenreibungskoeffizienten von 1 : 6 ein verhältnismäßiges Treibgewicht von 0,215; daher braucht man zur Beförderung von 200 t Wagengewicht 43 t Adhäsionsgewicht. Der Schienenreibungskoeffizient bewegt sich zwischen 1 : 2,8 bei ganz trockenen, staubigen oder mit Sand bestreuten und ölfreien Schienen und 1 : 12 (Giovi-Tunnel) unter den ungünstigsten Verhältnissen (Glatteis, Nebel, Öl). Ein sichrer Wert für den elektrischen Betrieb ist das Verhältnis 1 : 5,5 für die höchsten Zugkräfte, für Tunnel entsprechend herabgemindert. Als geringste Beschleunigungen auf den größten Steigungen sind etwa die Werte 0,05 für Schnellzüge, 0,04 für Personenzüge und 0,02 für Güterzüge anzunehmen,

in der Ebene 0,15, 0,12 bzw. 0,08 m/Sek.^{2}. Zulässiger Achsdruck: 14 bis 16 t. Multipliziert man die Zugkräfte mit den den größten Steigungen entsprechenden Höchstgeschwindigkeiten, so erhält man als größte von einer Treibachse geforderten Leistungen nachstehende PS an den Radumfängen:

	Anfahren	Beharrung
Schnellzüge	1010	730
Personenzüge	705	580
Güterzüge	405	345.

Motoren mit Nebenschlußcharakteristik vorausgesetzt. Bei Motoren mit Reihencharakteristik betragen die Anfahrleistungen 900, 650 bzw. 380 PS.

Die berechneten Leistungen stellen in jenen Fällen, wo pro Treibachse je ein Motor eingebaut ist, gleichzeitig die größten Motorleistungen dar; bei Lokomotiven mit *m*-Treibachsen und *n*-gleichzeitig wirkenden Motoren sind diese Leistungen noch mit $n : m$ zu multiplizieren. Größte Zuggewichte: 350 t für Schnellzüge, 400 t für Personenzüge. Hiernach ergeben sich als Höchstleistungen im Beharrungszustande pro Lokomotive:

bei Schnellzügen 2540 PS (auf 23 %)
bei Personenzügen 2100 PS (auf 20 %)
bei Güterzügen 1650 PS (auf 5 %).

Anfahren ohne Stromzufuhr: Mittlere Beschleunigungen (von über 0,13 m/Sek.^{2}) liefern nur dann brauchbare Werte, wenn das Gefälle 20 % oder mehr beträgt. Auslaufen: Nennenswerte Verzögerungen von mehr als 0,23 treten erst über 20 % auf. Man kann also das Auslaufenlassen mit Rückgewinnung zum Zwecke der möglichsten Verwertung der bei der Beschleunigung zugeführten Energie nur bis zu Steigungen von 15 bis 20 % ausnutzen, ohne zu starke Bremswirkung zu erzielen. Zum Schluß werden noch folgende Punkte eingehend besprochen: Zahl der Bedienungsleute, Geschwindigkeitsregulierung, Anordnung der Führerstände, Antrieb der Regulierapparate, Höhe der Fahrleitungen, Abstand zwischen Leitungsgestänge und Gleismitte, Sichtbarkeit der Signale.

Entwicklung und gegenwärtiger Stand der modernen Hebezeugtechnik. Von Carl Drews, Oberlehrer am kgl. Polytechnikum in Bonn. (Dinglers polytechnisches Journal, Heft 1 bis 28, 1908.) Historischer Überblick über die Entwicklung und den gegenwärtigen Stand der Hebezeugtechnik. Unterschieden werden: die Zeit der tastenden Versuche, etwa 1880 bis 1890; die Zeit der zielbewußten Versuche, etwa 1890 bis 1896; die Zeit der ungehemmten Entwicklung, 1896 bis Gegenwart. — Erster Zeitabschnitt: Beschreibung der älteren Ausführungen von Aufzügen und Drehkranen mit elektrischem Antrieb. — Zweiter Zeitabschnitt: Weitere Ausbildung der Laufkrane und anderer Krane, insbesondere Ausbildung des Mehrmotorenantriebes. — Dritter Zeitabschnitt: Hebezeuge für Werkstättenbetrieb: Werkstättenkrane, Steigerung der Geschwindigkeit und damit der Leistungsfähigkeit gegen früher, Auslegerlaufkrane, Motorlastwinden. Hebezeuge auf Schiffswerften: Entwicklung; Notwendigkeit eines möglichst großen Arbeitsgebietes für den einzelnen Kran unter Vermeidung gegenseitiger Behinderung. Hellinglaufkran, Auslegerkran, Turmdrehkran, Scherenkran, Schwebekran. Hebezeuge für den Hafenbetrieb und an Bord von Schiffen: Normale Hafenkrane, fahrbare Verladekrane, Spills. Hebe- und Transportvorrichtungen für Eisenhütten- und Stahlwerke: Gichtaufzüge, Gichtglockenwinden, Beschickvorrichtungen für Martinöfen, Chargierkrane, Beschickwagen, Gießlaufkrane, Tieföfenkrane, Blockeinsetzkrane, Träger- und Blockverladekrane, Hubmagnete. Einzelteile von Hebezeugen: Reduktionsgetriebe mit hohem Übersetzungsverhältnis für Aufzüge usw.; Ausbildung der Bremsen, Steuerapparate, Motoren, Bremsmagnete, Sicherheitsvorrichtungen.

Vergleich der Betriebsresultate zweier Koksgaszentralen. Von Bergreferendar Battig, Recklinghausen. (Glückauf, Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift, 25. Juli 1908.) Von zwei elektrischen Kraftwerken, deren Dynamos mittels Koksgasmaschinen angetrieben werden, wird eine Aufstellung der Betriebskosten gegeben. Das eine Werk umfaßt zwei Doppel-Viertaktmaschinen von 1200 und 650 PS, von denen die letztere zur Reserve dient, das zweite zwei Gasmaschinen gleicher Bauart von je 2000 PS, von denen ebenfalls eine Reserve bildet. Unter Veranschlagung der Kosten des Koksgases zu 1 Pf. pro cbm ergeben sich einschl. Verzinsung, Abschreibung, Reparaturen usw. die Selbstkosten für 1000 KW.St. des kleineren Kraftwerkes zu M. 28,53 und des größeren zu M. 26,31. Die Belastung des kleineren Werkes beträgt werktäglich im Jahresdurchschnitt 680 KW, diejenige des größeren 1100 KW.

Es werden zum Schluß einige Angaben über Behandlung derartiger Anlagen gemacht.

Double-Deck Steam Turbine Generating Stations. (El. World, 4. Juli 1908, S. 21.)* Bei beschränktem Areal empfiehlt J. R. Bibbins auch für Turbogeneratorenwerke die Anordnung in mehreren Stockwerken. Als Beispiele werden angeführt ein Turbokraftwerk in West Point, Ohio und ein solches in Fort Wayne, Ind. Bei beiden befinden sich die Kessel im Erdgeschoß, die Turbogeneratoren im Obergeschoß, welches 8 bis 10 m über dem Boden des Kesselraumes liegt. Diese Anordnung soll der früher bevorzugten, wo die Kesselräume über den Maschinenräumen liegen, gegenüber mancherlei Vorzüge aufweisen, insbesondere in bezug auf Dampfleitungen, Kohlenbeschickung und Aschenabfuhr. Das erforderliche Areal pro eingebautes KW beträgt in West Point 0,18 qm, in Fort Wayne sogar nur 0,13 qm. Als Kosten des letzteren Kraftwerkes, 8500 KW, werden angegeben:

	Insgesamt M.	pro KW M.
Gebäude: Betoneisenkonstruktionen. Kohlenbunker, Esse etc.	301 511	46.10
Maschinenanlage: Turbinen, Generatoren, Erregermaschinen, Kabel, Schalttafeln, Transformatoren, Ventilationskanäle .	1 080 786	127.20
Kesselanlage: Kessel, Überhitzer, Roste, Pumpen, Vorwärmer etc.	476 915	56.20
Kondensationsanlage: Kondensatoren, Pumpen, Kühlwasserkanäle etc. . .	142 218	16.74
Bekohlungseinrichtung: einschl. Kran, Fahrbahn und Kohlenzerkleinerungseinrichtung	33 560	3.90
Montage: Überwachung etc.	212 000	24.95
Insgesamt, jedoch ohne Kosten für Grund und Boden, sowie ohne Anschlußgleis.	2 330 990	275.15

Herausgegeben von Professor Dr.-Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

SCHRIFTLEITUNG BERLIN — VERLAG MÜNCHEN

HERAUSGEBER Dr.-Ing. WALTER REICHEL
PROFESSOR AN DER KGL. TECHN. HOCHSCHULE ZU BERLIN CHARLOTTENBURG, BERLINERSTR. 151

R. OLDENBOURG GLÜCKSTRASSE 8
FILIALE: BERLIN W. 10, DÖRNBERGSTRASSE 1

STÄNDIGE MITARBEITER:

Professor WILHELM KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule.

Prof. BÜHLE-Dresden; Amtsgerichtsrat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V. D. E. G. DETTMAR-Grunewald-Berlin; Eugen EICHEL-Berlin, Beratender Ingenieur; Prof. FRANZ-Charlottenburg; Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; K. K. Oberbaurat Prof. HOCHENEGG-Wien; Prof. Dr. KALLMANN-Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Regierungsrat G. KEMMANN-Berlin Direktor KOTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRUGER-Maitland; L. C. MARBURG, Allis Chalmers Co., Milwaukee, Wisc.; Regierungs- und Baurat MEYER-Berlin; Prof. OSSANNA-München; Regierungsbaumeister PFORR-Berlin; Prof. PICHELMAYER-Wien; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. ROSSLER-Danzig-Langfuhr; Baurat SCHEICHL-Wien; Kgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor SCHIMPFF-Köln; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; SPANGLER, Direktor der städt. Straßenbahnen in Wien; Oberbaurat STAHL-Karlsruhe; Geh. Baurat Prof. Dr. ULBRICHT-Dresden; Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESENMEYER-Stuttgart; Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg; Geh. Oberbaurat WITTFELD-Berlin.

Jahrgang VI. **24. Dezember 1908.** **Heft 36.**

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 16 pro Jahrgang, M. 8 pro Semester. In Österreich-Ungarn M. 18 bzw. M. 9, im Ausland M. 19,60 bzw. M. 9,80 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagshandlung und sämtlichen Annoncen-Instituten zum Preise von 25 Pf. für die viergespaltene Nonpareillezeile oder deren Raum angenommen. Bei 6-, 12-, 24- und 36 maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt.

Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzureichen ist, werden nach Vereinbarung beigefügt.

Alle Zuschriften, die die Expedition bzw. den Annoncenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse der Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München erbeten, solche für den Herausgeber mit dem adressieren: Professor Dr.-Ing. Walter Reichel, Charlottenburg, Berlinerstr. 151.

INHALT:

Die Entwicklung und jetzige Beschaffenheit der elektrischen Kraftübertragungs- und Beleuchtungsanlagen der Akt.-Ges. Peiner Walzwerk. Von F. Hartig, Betriebsingenieur. (Schluß.) S. 717.

Einachsige Drehgestelle für Straßenbahnwagen. Von Dipl.-Ing. Paul Herrmann. S. 722.

Moderne Kohletransporteinrichtungen. Von Frank C. Perkins. S. 725.

Kleine Nachrichten. S. 728. Beschreibung ausgeführter oder geplanter Bahnanlagen sowie besonderer Systeme. Die elektrische Bahn St. Johann–Riegelsberg. Heuweiler. — Bremen. Luftpumpe mit elektrischem Antrieb für Gleich- und Wechselstrombahnen.

Neue Bücher. S. 731.

Zeitschriftenschau. S. 731.

Die Abonnenten werden höflichst ersucht, Ihre Abonnements gefl. umgehend zu erneuern, damit keine Verzögerung in der Zustellung der Zeitschrift eintritt.

Die Verlagsbuchhandlung.

Die Entwicklung und jetzige Beschaffenheit der elektrischen Kraftübertragungs- und Beleuchtungsanlagen der Akt.-Ges. Peiner Walzwerk.

Von **F. Hartig**, Betriebsingenieur. (Schluß.)

II. Das Leitungsnetz.

Vom Umformerkraftwerk aus führen nach den einzelnen Speisepunkten die sogenannten Speiseleitungen. Diese sind wegen der in Frage kommenden großen Querschnitte meistens als Kabel ausgeführt und zum Schutze gegen äußere Verletzungen mit einer Eisenbandbewehrung versehen. Außerdem liegt über den Kabeln noch eine Lage Backsteine. An den Stellen, wo Dampf- und Warmwasserrohre von den Kabeln gekreuzt werden, sind zur Abführung der Wärme Schichten aus Backsteinen eingebaut, welche oben mit einer durchlöcherten Eisenblechplatte bedeckt sind. Die Kabel sind in gewissen Abständen mit Erkennungszeichen aus Blei versehen, auf welchen der Querschnitt, eine kurze Bezeichnung des Speisepunktes und bei Gleichstromkabeln auch die Polarität vermerkt ist. Außerdem sind die Kabelwege durch Merksteine kenntlich gemacht. Ferner sind von jeder Kabelverlegung und von den Verteilungsplänen in den verschiedenen Werken genaue Pläne angefertigt, wie aus den Fig. 798 bis 805 hervorgeht.

Für die Übertragung kleinerer Leistungen sind Freileitungen auf eisernen Masten vorhanden. Die Verlegung von Kabeln ist jedoch wegen des sehr staubigen Betriebes trotz des höheren Preises in den meisten Fällen vorzuziehen, und zwar zunächst mit Rücksicht auf die Gefahr der Berührung, welche trotz aller Warnungsschilder besteht. Außerdem verschmutzen die Isolatoren sehr schnell. Die Zeit, um sie zu reinigen, ist meistens auch Sonntags nicht vorhanden, da einige von den gespeisten Motoren oder Lampen nicht abgeschaltet werden dürfen. Namentlich Masten, welche eine größere Anzahl von Freileitungen tragen, sind fast das ganze Jahr hindurch unzugänglich, da nur selten sämtliche von ihnen getragenen Freileitungen spannungsfrei gemacht werden können. Infolge der Verschmutzung tritt dann eine verminderte Isolation des Leitungsnetzes ein, welche eine erhöhte Lebensgefahr bei unbeabsichtigter Berührung sowie die Gefahr des Durchschlagens der Motoren nach sich zieht.

An den Speisepunkten Fig. 798 bis 800 sind die Leitungen zunächst zu Hauptausschaltern bzw. zu Hauptautomaten geführt, mit deren Hilfe es möglich ist, den gesamten Speisepunkt in kürzester Zeit spannungsfrei zu machen. Dieses ist namentlich dann von Wichtigkeit, wenn Menschenleben in Gefahr sind, oder wenn eine Feuersbrunst ausbricht. Die Gesamtbelastung des Speisepunktes kann an einem gemeinsamen Strom- bzw. Leistungszeiger abgelesen werden. Außerdem sind an jedem Speisepunkte Spannungs- und Isolationszeiger vorhanden. Die

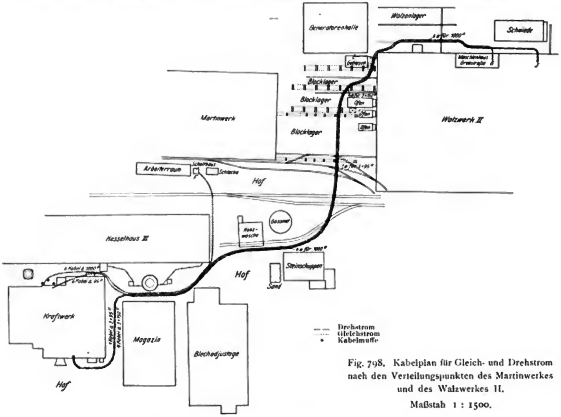


Fig. 798. Kabelplan für Gleich- und Drehstrom nach den Verteilungspunkten des Martinwerkes und des Walzwerkes II.
Maßstab 1 : 1500.

Speisepunkte bestehen aus Profileisen und Eisenblech, auf welchem die Automaten und Meßinstrumente befestigt sind. Die letzteren sind für jeden Pol getrennt in der Weise angebracht, daß beispielsweise alle Automaten in den positiven Leitungen auf der Vorderseite und alle Automaten in den negativen auf der Rückseite sich befinden. Auf diese Weise wird ein Zusammenschlagen der Lichtbögen am sichersten verhütet. Als Beispiel für den Speisepunkt in der Thomashütte ist in Fig. 806 und 807 die Konstruktion der Verteilungsschalttafel und die Anordnung der Apparate und Instrumente wiedergegeben. Die Speisepunkte für kleinere Leistungen erhalten statt der Automaten Sicherungen, welche auf Marmortafeln befestigt und in eisernen Schränken untergebracht sind.

III. Bemerkenswerte Antriebe.

Das von Ilsede gelieferte Roheisen wird durch Aufzüge, von denen einer bereits elektrisch angetrieben ist, zu den Cupoläfen hinaufbefördert. Der Antrieb geschieht durch einen 54 PS-Nebenschlußmotor, 950 Umdr., dessen Anlaßwiderstand selbsttätig ausgerückt wird, sobald die Last in der richtigen Höhe angelangt ist. Die Nutzlast

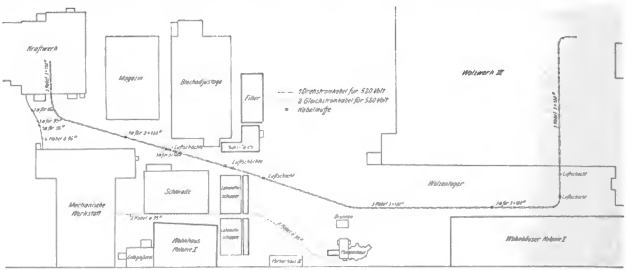


Fig. 799. Kabelplan für Gleich- und Drehstrom nach den Verteilungspunkten im Walzwerk III und der mechanischen Werkstatt.
Maßstab 1 : 1500.

beträgt 1600 kg und die Fördergeschwindigkeit 1,5 m pro Sek.

Den für die Cupolöfen erforderlichen Wind liefert ein Ventilator für eine Windmenge von 1000 cbm pro Min. bei einer Pressung von 700 mm Wassersäule. Als Antriebsmotor dient ein direkt gekuppelter 250 PS-Drehstrommotor.

Die Coquillen und Blöcke in der Thomashütte und im Martinwerk werden durch Deckenlaufkrane mit je drei Hauptstrommotoren befördert. Die Hubwerke arbeiten teils mit Senkbremsschaltung teils mit Lastdruckbremse.

Die sechs im Betriebe befindlichen Walzenzugsmotoren sind durchweg Gleichstrommotoren mit Doppelschluß-

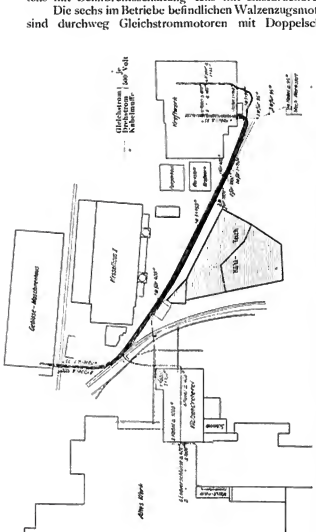


Fig. 800. Kabelplan für Gleich- und Drehstrom nach den Verteilungspunkten des Alten Werkes und der Thomashütte. Maßstab 1 : 1500.

wicklung für etwa 15% Drehzahlabfall des Schwungrades zwischen Leerlauf und Vollast. Teilweise sind die Motoren mit Wendepolen versehen und können, ohne daß die Funkengrenze erreicht wird, um 100% stoßweise überlastet werden. Die Grunddrehzahlen sind durch den Nebenschlußregler und der Drehzahlabfall durch einen parallel zur Doppelschlußwicklung liegenden Widerstand einstellbar. Die normale Dauerleistung der bis jetzt im Betriebe befindlichen Walzenzugsmotoren liegt zwischen 330 und 900 PS und deren Drehzahl zwischen 90 und 470 pro Min. Das Gewicht der Schwungräder beträgt 8,5 bis 40 t und ihr Durchmesser 2 bis 7,5 m.

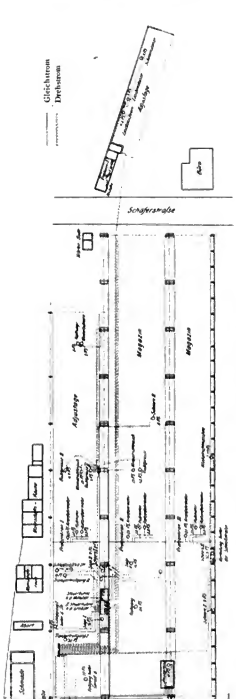


Fig. 801. Leitungsplan der Gleichstrom- und Drehstromkraftanlage im Walzwerk II. Maßstab 1 : 1250.

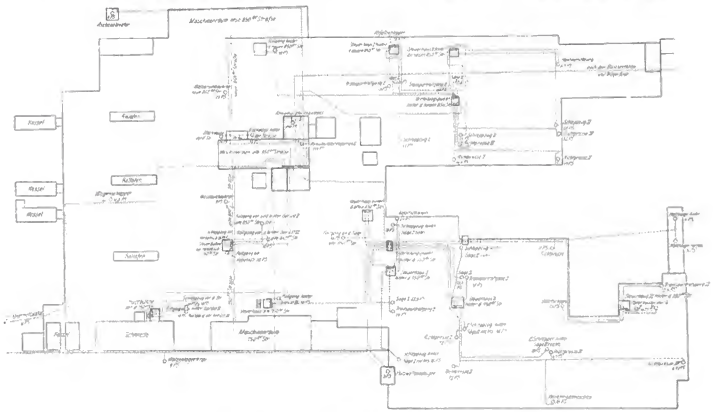


Fig. 802. Leitungsplan für die Drehstromkraftanlage im Walzwerk III. Maßstab 1 : 1000.

Für den Antrieb von Rollgängen, Sägen, Schleppzügen, Richtpressen und Trägerbrechern sind durchweg Drehstrommotoren und zwar meist für 960 Umdr. pro Min. verwendet. Als Anlaßwiderstände sind für nicht umsteuerbare Motoren Ölanlasser und für umsteuerbare zwei- und mehrstufige Kohleumkehranlasser verwendet, welche seit einigen Jahren so weit vervollkommnet sind, daß sie auch den rohesten Betrieb aushalten.

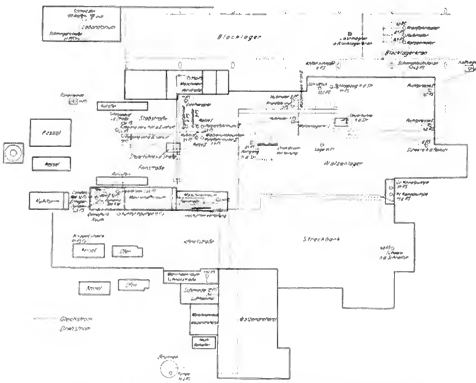


Fig. 803. Leitungsplan der Gleichstrom- und Drehstromkraftanlage im Alten Werk. Maßstab 1 : 1000.

Die Thomasschlacke wird mit Hilfe einer durch zwei Fahrmotoren und je einen Hub- und Schwenkmotor angetriebenen elektrischen Kranlokomotive auf der Hochbahn zur Phosphatfabrik gefahren und dort nach dem Erkalten von einem Damme heruntergestürzt, damit die großen Schlackenkuchen in einige kleinere Stücke zerbrechen. Die Zuführung des in einem besonderen Umformer erzeugten Gleichstromes geschieht durch Oberleitung, die Rückleitung dagegen durch die Schienen. Die Schlackenstücke werden durch eine Drahtseilbahn zu den Schlackenbrechern befördert, welche durch einen 120 PS-Drehstrommotor, 419 Umdr. pro Min., angetrieben werden. Von dort wird die Schlacke mit der Drahtseilbahn nach den Kugelmühlen gefahren, zu deren Antrieb ein mit 500 Volt betriebener Asynchronmotor dient, welcher 500 PS bei 245 Umdr. abgibt. Die Schaltung des Transformators und des Umformers für die Phosphatfabrik ist aus Fig. 808 zu ersehen.

Fig. 804. Leitungsplan der Drehstrom- und Gleichstromkraftanlage in der Thomashütte.
Maßstab 1 : 1250.

Martin-Werk
Martin-Werk
Martin-Werk

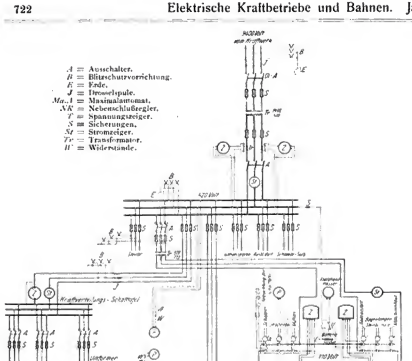


Fig. 808. Schaltungsschema der Phosphatfabrik.

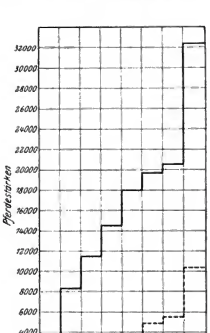


Fig. 810.

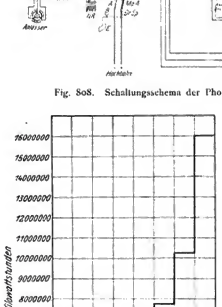


Fig. 809. Gesamtverbrauch des Werkes in KW.St.

Schluß.

Der jetzige Ausbau der hiesigen elektrischen Anlagen umfaßt 32373,62 PS. Hierin sind die Dynamos, Motoren, Akkumulatoren, Transformatoren und Umformer eingerechnet, und zwar ist bei den letzteren die Antriebsseite und die Stromlieferungsseite gezählt.

An Motoren sind zurzeit im Betriebe:

91 Gleichstrommotoren mit zusammen 6747,52 PS und
156 Drehstrommotoren mit zusammen 3626,63 PS.

Mithin sind insgesamt 247 Motoren mit 10374,15 PS eingebaut. In Gr. Ilsede sind zurzeit außer einem Teile der oben genannten Dampfmaschinen zwei Gasmotoren von je 1000 PS und vier von je 1600 PS Leistung im Betriebe. Der allmähliche Fortschritt des Ausbaues sowie die jährliche Zunahme des Arbeitsverbrauches sind aus den Schaulinien Fig. 809 und 810 ersichtlich.

Einachsige Drehgestelle für Straßenbahnwagen.

Von Dipl.-Ing. **Paul Herrmann.**

»Das einachsige Drehgestell hat unbestreitbar große Vorteile, da der Radstand wesentlich vergrößert werden kann.« Dieser Satz aus dem Bericht des Ausschusses B für die 11. Versammlung des Vereins Deutscher Straßen- und Kleinbahnverwaltungen steht wenig im Einklang mit den Auslassungen des Herrn Schiff über »Einachsige Drehgestelle« in Heft 4 vorliegender Zeitschrift, wo der Verfasser die verschiedenen Typen von einachsigen Drehgestellen von der konstruktiven und der wirtschaftlichen Seite einer Kritik unterzieht, ihnen schließlich allgemein für normale Betriebsverhältnisse die Berechtigung absprechen und sie nur für Ausnahmefälle angewendet

sehen möchte. In dem angezogenen Aufsatze sind die drei bekanntesten Drehgestelltypen, von der Maschinenbaugesellschaft Nürnberg, von der Waggonfabrik vorm. Busch in Bautzen und von der Bergischen Stahlindustrie in Remscheid, behandelt, und es sind die damit gemachten Betriebserfahrungen, soweit sie dem Verfasser bekannt waren, aufgeführt; der zweite Teil befaßt sich mit der wirtschaftlichen Seite und bringt eine Gegenüberstellung der einachsigen Drehgestelle und festachsigen Untergestelle mit vergrößertem Radstand.

Es möge mir im folgenden, besonders bezüglich der konstruktiven Seite und der Betriebserfahrungen gestattet sein, mich auf das auch von Herrn Schiff in erster Linie behandelte Drehgestell der Bergischen Stahlindustrie zu beschränken.

Jeder Konstrukteur von rollendem Material weiß, daß eine theoretisch noch so wohl durchdachte Konstruktion erst eine gewisse Betriebszeit und die dabei sich als vorteilhaft ergebenden Änderungen durchmachen muß, bevor sie als feststehend betrachtet werden kann.

Herr Schiff berücksichtigt das nicht, wenn er die ihm bekannt gewordenen Schwächen als bleibende Fehler der Konstruktion ansieht und sie ganz allgemein dem System der Drehgestelle zur Last legt. So kann der von ihm an den Wagen der Remscheid—Halbacher Bahn beobachtete Übelstand, wo die Drehgestelle bzw. die Pendelstützen in ihrem Ausschlag zu wenig begrenzt gewesen seien, sogar nur als Montagefehler bezeichnet werden, der natürlich längst beseitigt ist.

Ebensowenig hat auch die gerügte Abnutzung der aufeinandergleitenden Führungsteile der oberen und unteren Hälfte der Pendelstütze mit dem System der Drehgestelle etwas zu tun. Ein Blick auf die beistehenden Fig. 811 und 812, eine der letzten Ausführungen der Drehgestelle darstellend, zeigt, daß bei dieser die Pendelstütze aus einem Stück besteht, indem die Federung in die darunter liegende, im Rahmen festgeführte Pfanne gelegt ist.

Wenn weiter von der »unvermeidlichen Abnutzung« der Wälzungsbogen an den Pendelstützen die Rede ist, so muß hier festgestellt werden, daß beispielsweise bei dem ersten Wagen dieser Type (Wagen 2433 der Großen Berliner Straßenbahn), welcher jetzt vier Jahre in regelmäßigen Betrieb ist, noch gar keine Abnutzung der Wälzungsbogen bemerkt werden kann. Der Grund hierfür ist der, daß hier keine gleitende, sondern eine rein rollende Bewegung vorliegt.

Endlich haben Versuche ergeben, daß die Schlingerbewegungen, soweit sie im Betriebe vorkamen, besonders darauf zurückzuführen waren, daß bei den ersten Ausführungen für Schmalspurbahnen die Pendelstützen nicht weit genug nach außen gerückt waren, daß also der Wagenkasten nicht breit genug unterstützt war. Auch dieser Mangel ist bei den alten Wagen nachträglich durch eine steifere Kastenabfederung gemildert, bei der neuen Ausführungsform nach Fig. 811 und 812 jedoch durch die Lage der Pendelstützen unmittelbar unter den Außenträgern des Kastens ganz vermieden worden.

Was nun die Wirtschaftlichkeit der einachsigen Drehgestelle, speziell gegenüber festachsigen Untergestellen, betrifft, so erklärt Herr Schiff es als »nicht angängig und unbewiesen, daß man auch von einer Stromersparnis in der geraden Strecke reden könne«. Leider hat er den in Nr. 25, Jahrg. 1906, dieser Zeitschrift erschienenen Aufsatz von W. Hildebrand über einachsige Drehgestelle vollständig übergangen, obgleich die darin gebrachten, allerdings wenig zu seinen Ausführungen passenden Daten gerade in dieser Richtung Aufklärung geben konnten. Die von Hildebrand auf-

Fig. 811.
Einachsiges Drehgestell der Bergischen Stahlindustrie, Remscheid.

Fig. 812.
Einachsiges Drehgestell der Bergischen Stahlindustrie, Remscheid.

geführten Versuche der Großen Berliner Straßenbahn ergeben für einen Wagen mit einachsigen Drehgestellen einen Reibungskoeffizienten von nur 3,1 kg pro t gegenüber einem solchen von 3,6 bei einem Wagen mit festachsigem Untergestell von 1,8 m Radstand. Aus dieser Tatsache geht hervor, daß der Wagen mit einachsigen Drehgestellen auch in der Geraden leichter geht, und daß immerhin ein Teil der nachgewiesenen Stromersparnis auch auf das Fahren in der Geraden fällt. Dieses freilich unerwartete Ergebnis ist wohl darauf zurückzuführen, daß bei den Drehgestellwagen die Achse infolge der seitlichen Beweglichkeit den kleinen Unebenheiten in dem geraden Gleis besser folgen kann, während mit festgeführten Achsen bei jeder kleinen Querbewegung der ganze Wagen mitgenommen werden muß. Dementsprechend ist auch die von Hildebrand erwähnte Abnutzung der Spurkränze an den Drehgestellwagen eine außerordentlich günstige gewesen.

Weiter sollen nach Herrn Schiff selbst die in den Kurven zu erwartenden Stromersparnisse illusorisch sein, da sie durch den Strommehrverbrauch in der Geraden infolge größeren Gewichtes der Wagen mehr als aufgewogen werden.

Leider sind bei den zum Vergleich herangezogenen Wagen nicht die Gewichte der einzelnen Hauptbestandteile genannt, ohne deren Kenntnis man nicht beurteilen kann, wo das Mehrgewicht dem Wagensystem zuzuschreiben und wo es auf andere Gründe zurückzuführen ist. Nachstehend möge daher eine detaillierte Gewichtsgegenüberstellung hierüber aufklären.

a) Die Gewichte der Solinger Wagen sind folgende:

Alter Wagen mit festachsigem Untergestell		Neuer Wagen mit einachsigen Drehgestellen
Wagenkasten . . .	4640 kg	5000 kg
Untergestell ohne Radsätze	1640 kg	2380 kg
Radsätze	960 kg	1120 kg
Elektr. Ausrüstung .	2700 kg	3300 kg
Luftbremse mit Rohrleitung	keine	500 kg

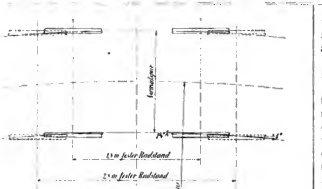


Fig. 813. Stellung der Räder bei 1,8 und 2,8 m festem Radstand.

Hiernach ergibt sich ein Mehrgewicht am Wagenkasten von 360 kg und an den Untergestellen von 740 kg. Zusammen also 1100 kg und nicht 2800 kg, wie Herr Schiff ausrechnet, welcher bei den neuen Wagen scheinbar das Mehrgewicht der elektrischen Ausrüstung, der Radsätze und der Luftbremse nicht beachtet hat. Dabei darf man auch das Kastenmehrgewicht von 360 kg gar nicht einmal ganz den Drehgestellen zu Last legen, da diese Wagen von vornherein für schweren Betrieb bestimmt waren, wie schon aus dem Mehrgewicht der Radsätze und der elektrischen Ausrüstung hervorgeht; sie fahren z. B. im Gegensatz zu den alten Wagen auch mit Anhängewagen.

b) Wagengewichte der Bahn Remscheid—Halbach mit einachsigen Drehgestellen und der Bahn Groß-Lichterfelde mit festachsigen Untergestellen:

Einachsige Drehgestelle Remscheid—Halbach		Festachsige Untergestelle Groß-Lichterfelde
Wagenkasten . . . 6450 kg		5200 kg
Untergestell ohne Radsätze	2570 kg	2800 kg
Radsätze	1230 kg	
Elektr. Ausrüstung .	2900 kg	2500 kg
Luftbremse	350 kg	keine.

Also auch hier gibt der Vergleich der Einzelgewichte erst das richtige Bild, und an ein Mehrgewicht von 3 t infolge der Drehgestelle ist gar nicht zu denken.

Daß die Kasten der Remscheid-Halbacher Wagen an sich schwer gebaut sind, möge ein weiterer Vergleich der Groß-Lichterfelder Wagen mit dem Wagen 2433 der Großen Berliner Straßenbahn zeigen, welcher, wie bereits erwähnt, einachsige Drehgestelle der gleichen Bauart führt.

Der Vergleich ist hier besonders angebracht, da beide Wagen 24 Sitzplätze haben und in den Hauptabmessungen und der Bauart fast gleich sind; nur besitzt der Berliner Wagen keine geschlossene Plattformen, was jedoch durch das Mehrgewicht infolge der Luftbremse (550 kg) etwa ausgeglichen wird. Das Fertiggewicht des Berliner Wagens beträgt 11150 kg, das der Groß-Lichterfelder Wagen 10500 kg; es bleibt also nur eine Differenz von 650 kg.

Hierbei möge erwähnt werden, daß man die oben angeführten Gewichte der Drehgestelle absolut nicht als feststehend anzusehen braucht. Wie bei jeder Erstausführung war der Konstrukteur genötigt, eher zu kräftig und schwer zu bauen, als in das Gegenteil zu verfallen. Der Bergischen Stahlindustrie ist es bei der erwähnten neuen Ausführung gelungen (Fig. 811 und 812), das Gewicht für ein Paar Drehgestelle mit gewöhnlicher Bremse und normalen Radsätzen (von ca. 450 kg Stückgewicht) auf 2850 kg herabzudrücken; dagegen wiegt das festachsige Untergestell der Groß-Lichterfelder Bahn mit 2,2 m Radstand 2800 kg. Wo bleibt da das große Mehrgewicht einachsiger Drehgestelle?

Bei diesen Gewichtsgegenüberstellungen sollte man ferner das Gewicht der Wagenkasten überhaupt nicht mit zum Vergleich heranziehen. Denn abgesehen davon, daß die Ausstattung der Wagen für das Gewicht von erheblichem Einfluß ist, werden die Kasten von den einzelnen Fabriken so verschieden ausgeführt, daß man in anderen Fällen auch das Gegenteil beweisen könnte. Als Beispiel hierfür möge angeführt werden, daß die Wagenkasten der zweiachsigen Motorwagen der Großen Berliner Straßenbahn bei den gleichen Abmessungen und Lieferungsvorschriften von der einen Waggonfabrik mit 2900 kg, von der anderen mit 3600 kg geliefert wurden.

Weiter ist zu berücksichtigen, daß die Wagenkasten häufig noch nicht genügend den Drehgestellen angepaßt werden, was im Wesen des Neuen liegt, so daß auch hier die Vorteile der Drehgestelle, besonders des großen Radstandes, nicht immer zur Geltung kommen können. Man sollte im Gegenteil bei einiger Überlegung zu dem Schlusse kommen müssen, daß ein Wagenkasten, welcher für einen großen Radstand bestimmt ist, der also mit seinen Plattformen weniger über den Radstand überhängt, leichter gebaut werden kann, ganz abgesehen davon, daß er infolge der Drehgestelle weit weniger den seitlichen Stößen beim Einfahren in Kurven und bei schärferer Fahrt ausgesetzt ist.

Da nach vorstehenden die gegen eine ausgedehntere Verwendung einachsiger Drehgestelle angezogenen Gründe nicht stichhaltig sind, so bliebe erneut die Frage zu beantworten, für welche Betriebsverhältnisse die einachsigen Drehgestelle an Stelle von festachsigen Untergestellen am Platze sind.

Am meisten fallen naturgemäß die Vorzüge der Drehgestelle bei deren Verwendung in »Städten mit engen, steilen Straßen, welche zahlreiche und enge Kurven besitzen, deren Halbmesser unter 15 m liegt«, ins Auge.

Es wäre indes verkehrt, die für solche Verhältnisse zugegebenen Vorteile nicht auch Bahnen mit günstigeren Verhältnissen zugute kommen zu lassen. Es wird sich deshalb jede Straßenbahn, die Kasten mit 20 und mehr Sitzplätzen einführen will, vor die Frage stellen müssen,

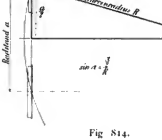


Fig. 814.

ob sie zu Drehgestellen übergehen und hier als Zwischenstufe einachsige Drehgestelle wählen soll. Als untere Grenze hat die Praxis für die Drehgestelle einen Radstand von 3,25 m ergeben, welcher sich bei Kasten von 20 Sitzplätzen noch ohne Schwierigkeiten ausführen läßt. Bei kleinerem Radstand rücken die zwischen den Achsen liegenden Drehpunkte so nahe zusammen, daß der Kasten

durch sie bei schnellerer Fahrt nicht mehr genügend gehalten wird und zum Schlingern neigt. Eine obere Grenze ist den Drehgestellen nur durch den zulässigen Raddruck gesetzt, der von den einzelnen Bahnen natürlich sehr verschieden angegeben wird. Jedenfalls wird die Grenze nicht schon bei 24 Sitzplätzen liegen; besitzt doch die Mehrzahl aller Wagen mit einachsigen Drehgestellen der Bergischen Stahlindustrie schon 26 Sitzplätze.

Für die Wahl zwischen einem festachsigen Untergestell und einachsigen Drehgestellen muß schließlich noch auf ein Bedenken hingewiesen werden, welches jede Vergrößerung des Radstandes bei ersterem als wenig empfehlenswert erscheinen läßt.

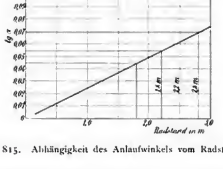


Fig. 815. Abhängigkeit des Anlaufwinkels vom Radstand.

Der Radstand von 1,7 bis 1,8 m hat sich für die üblichen Kurvenverhältnisse, wozu bei uns in Deutschland wohl die Bahnen mit Kurven bis zu 15 m Radius zu rechnen sind, fast allgemein eingeführt; er ist zum großen Teil von den Bahnen mit Pferdebetrieb übernommen worden, wo er sich einfach aus dem Grunde für notwendig erwiesen hat, weil bei größerem Radstand der Zugwiderstand für die Pferde zu groß wurde. Bei dem jetzigen elektrischen Betriebe, wo man über weit größere Zugkräfte, z. T. bis zum 100fachen verfügt, ist man freilich hierdurch nicht in der Wahl des Radstandes begrenzt, d. h. man kann auch Wagen mit größerem Radstand durch die Kurven ziehen. Man muß sich jedoch klar darüber sein, daß darum die Reibungsverhältnisse doch ebenso mit dem Radstande wachsen, und daß diese sich in übergroßer Abnutzung des rollenden Materiales, besonders auch im Verschleiß der Schienen geltend machen müssen.

Fig. 813 zeigt schematisch und vergleichsweise die Stellung der Räder bei 1,8 m und bei 2,8 m Radstand in einer 20 m Kurve. (Festachsige Untergestelle mit 2,8 m Radstand besitzt die Straßenbahn Nürnberg—Fürth.) Für 1,8 m Radstand ergibt sich durch einfache trigonometrische Rechnung nach nebenstehendem Schema (Fig. 814) ein Winkel zwischen Rad und Schiene von $2\frac{1}{2}°$, bei 2,8 m Radstand von 4°; der von Herrn Schiff empfohlene Radstand von 2,2 m würde einen Winkel von 3° 10′ zeigen. Je größer dieser Anlaufwinkel ist, um so größer ist die Reibung und demzufolge die Abnutzung; überschreitet er ein bestimmtes Maß, welches man als den »Reibungswinkel zwischen Rad und Schiene« bezeichnen mag, so findet überhaupt kein Gleiten mehr statt; das Rad klettert auf die Schiene und entgleist. Wenn man diesem extremen Falle meist auch ziemlich fern bleiben wird, so ist doch jede Vergrößerung des festen Radstandes mit Vorsicht aufzunehmen, da die Reibung immer etwa proportional mit dem Radstande wachsen wird. Ein vergleichendes Bild hierüber gibt die Fig. 815, in welcher als Abszissen die Radstände, als Ordinaten die Tangenten der Anlaufwinkel zwischen Rad und Schiene (mit tg α bezeichnet) aufgetragen sind.

Moderne Kohletransporteinrichtungen.

Von **Frank C. Perkins.**

Ein für die Gegenwart charakteristisches Bestreben ist das, die Handarbeit bei dem Bau umfangreicher Anlagen und im Beförderungswesen so weit als möglich entbehrlich zu machen. Die zurzeit verwendeten Arbeiter sparenden Einrichtungen werden teils elektrisch, teils durch Dampf, teils hydraulisch und teils durch Druckluft betrieben.

Bei der Gewinnung und Beförderung der Kohle von der Grube bis zum Kesselhaus des elektrischen Kraftwerkes finden durchaus selbsttätig arbeitende Maschinen und Transportvorrichtungen Verwendung.

Fig. 816 und 817 zeigen als erstes Beispiel eine Drahtseilbahn in den Anlagen der Beckley-Kohlen- und Koks-Gesellschaft. Man sieht, wie die Kohle durch Tunnels aus der Grube herausbefördert und selbsttätig in die Eisenbahnwagen geladen wird. Diese Drahtseilbahn wurde von der Jeffrey Mfg. Co. in Kolumbus, Ohio, gebaut. Die Entfernung der beiden Endpunkte beträgt etwa 100 m. Eine ähnliche Bahn von gleicher Länge befindet sich in den Gruben der Midway-Kohlen-Gesellschaft.

Wenn die Kohle mittels Eisenbahn nach dem Kraftwerk gelangt ist, wird sie dort durch eine wiederum selbsttätige Kohle- und Aschetransportvorrichtung den Kesseln zugeführt. Aus Fig. 818 bis 820 ist die Anlage und der Betrieb der automatischen Kohlebeförderung in dem sehr zeitgemäßen Kraftwerk am Reeses-Bahnhof in Ohio ersichtlich, die von der Scioto Valley Traction Co. errichtet wurde. An Stelle der üblichen kontinuierlich arbeitenden Elevatoren und Conveyor, die jetzt in so ausgedehntem Maße verwendet werden und auf die später eingegangen werden wird, dient hier ein Greifer von 1,5 cbm Inhalt (Fig. 818) dazu, die Kohle von den Wagen in den Trichter über der Feuerung oder in den Vorratbehälter zu entladen, von dem er sie nach Bedarf nach dem Trichter befördert. Die Asche fällt in Trichter, die unter der automatischen Feuerung liegen. Die Trichter sind nach dem darunter liegenden Gang durch Schieber abgeschlossen. Durch diese läßt man die Asche in Handkarren fallen, die nach einer Tür in der Rückwand des Kesselhauses gebracht und in eine Grube entladen werden (Fig. 818), die etwa fünf Wagenladungen aufnehmen kann. Neben dieser Grube liegt eine andere

Fig. 816. Drahtseilbahn der Beckley-Kohlen- und Koksgesellschaft.

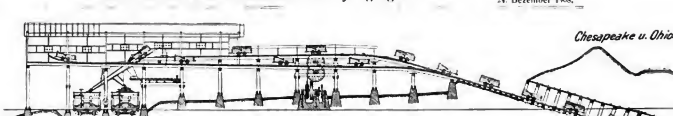


Fig. 817. Schnitt durch die Drahtseilbahnanlage.

Fig. 818. Kohlen- und Ascheförderung auf dem Kraftwerk am Reeses-Bahnhof in Ohio mittels Selbstgreifer.

von gleicher Größe, über die auf I-Trägern Eisenbahngleise geführt sind. Auf diese Gleise fahren die mit selbsttätiger Entladevorrichtung versehenen Eisenbahnwagen und werden dort entleert und mit dem Greifer weiterbefördert. Die Kohle, die mittels Kähnen nach dem Kraftwerk gebracht wird, wird unmittelbar durch den Greifer entladen. Unmittelbar über dem Kesselhaus befindet sich ein Kohlenvorratsraum aus Eisenbeton, an dessen trichterförmigem Boden von Hand regulierbare Entleerungsklappen angebracht sind. Durch diese gelangt das Brennmaterial in Karren, die auf einer Fahrbahn den Raum über den Stirnseiten der Kessel bewegt und in die automatischen Feuerungen entladen werden. Diese Karren werden durch Elektromotoren bewegt, die vom Boden des Kesselhauses aus vermittelst Ketten gesteuert werden, die in ein Rad auf der Fahrschalterwelle eingreifen.

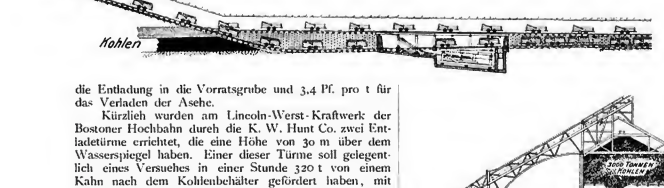
Über dem Kohlenbehälter im Kesselhaus befindet sich ein Sieb aus 50 × 12 mm Flacheisen, die in Abständen von je 37 mm angeordnet sind. Die Kohlestücke, die die richtige Größe haben, fallen durch das Sieb in den Behälter; die anderen gleiten auf ein 750 mm breites Transportband, das sie nach einem Kohlenbrecher bringt, der durch einen 20pferdigen Motor angetrieben wird; von dort fallen sie wieder auf das Sieb.

Der Greifer kann längs einer Fahrbahn (Fig. 819) bewegt werden, die auf flußeisernem Gitterwerk ruht. Die Bahn ist 47 m lang, 15 m hoch, die Stützweite beträgt unten 9 m. Sie führt über der Aschengrube, der Grube für die Selbstentlader und einer Vorratsgrube von 37 × 9 m Grundfläche hin, in der 1000 t bituminöser Kohle, so wie sie aus der Grube kommt, gelagert werden können. Im Kesselhaus ist die Fahrbahn bis über das erwähnte Kohlensieb verlängert. Die Gruben sind betoniert und mit Entwässerungseinrichtungen versehen.

Der Greifer füllt sich von selbst vollständig mit der großstückigsten Kohle und schließt sich vollkommen; die Stücke, die etwa zwischen den Schaufeln klemmen, werden ohne große Anstrengung zerdrückt. Er faßt 1100 kg Stückkohle und 1350 kg Würfelkohle; die Bedienung geschieht mittels Stahlseilen durch Trommeln von einem Wagen aus, der die Kranbahn befährt. An dem Wagen hängt der Führerstand, der vollständig geschlossen ist. Der Strom wird durch Fahrdrähte, die längs der Fahrbahn gezogen sind, zugeführt. Der Antrieb erfolgt durch langsam laufende Gleichstrom-Kranmotoren, und zwar einem 25pferdigen für die Bewegung des Greifers und einem 5pferdigen für das Längsfahren. Der Greifer ist imstande 99% der Kohle aus einem Wagen zu entladen, so daß nur 1% von Hand entleert zu werden braucht. Er dient übrigens zugleich dazu, die Asche aus der Aschengrube in die entleerten Kohlenwagen, die auf dem Entladegleis stehen, zu befördern.

Die Anlage vermag gegenwärtig stündlich 50 t Kohle vom Wagen nach dem Kohlebehälter zu bringen. Doch kann die Leistungsfähigkeit durch den Einbau stärkerer Motoren leicht erhöht werden. Die Kosten der Entladung und Verteilung der Kohle betragen bei 63 Pf. Stundenlohn und 8,4 Pf. pro KW-Std., 4,2 Pf. pro t für Entladung nach dem Behälter im Kesselhaus, 3,1 Pf. für

Fig. 819. Fahrbahn der Kohlenförderung auf dem Kraftwerk am Reeses Bahnhof in Ohio.



die Entladung in die Vorratsgrube und 3,4 Pf. pro t für das Verladen der Asche.

Kürzlich wurden am Lincoln-Werst-Kraftwerk der Bostoner Hochbahn durch die K. W. Hunt Co. zwei Entladetürme errichtet, die eine Höhe von 30 m über dem Wasserspiegel haben. Einer dieser Türme soll gelegentlich eines Versuches in einer Stunde 320 t von einem Kahn nach dem Kohlenbehälter gefördert haben, mit einer Durchschnittsleistung von stündlich 268 t während mehrerer Stunden, während der andere 900 t in fünf Stunden aus einem Schiff förderte, dessen Deck nur 20 cm breiter war als der Becher. Dieses Kraftwerk ist, aus Ziegeln und Sandstein gebaut, 47 m lang und 32 m breit, der Schornstein ist 75 m hoch, bei 4 m Durchmesser. Das Kesselhaus umfaßt sechs Batterien von zusammen 6000 PS Leistung. Zu jeder Batterie gehören zwei 500 PS Wasserrohrkessel von Babcock & Wilcox. Im Maschinenraum stehen drei vertikale Kreuz-Verbund-Dampfmaschinen, deren jede mit einem 2700 KW-Generator gekuppelt ist. Zur Kohlebeförderung dienen zwei Becherwerke von je 150 m Länge und 30 m Hubhöhe. Es ist beabsichtigt, für die Kohlenvorräte auf dem Dock zwei vollständige doppelte Becherwerke von je 400 m Länge anzulegen. Die Becher laufen auf Rädern; der Antrieb erfolgt elektrisch. Auch im Hafen von New York bedient man sich der Vorteile einer elektrisch-automatischen Kohlenbeförderung: Auf dem Gelände von Thos I. Quinlan werden jährlich 25000 t aus den Booten im Kanal mittels 300 kg-Becherwerkes gehoben und in selbstentladende

Fig. 820. Gesamtansicht des Kraftwerkes am Reeses-Bahnhof in Ohio mit der Fahrbahn für den Selbstgreifer.

Fig. 821. Kohlenförderung im Kraftwerk Prattstr. der United Railway and Electric Co. in Baltimore.

Eisenbahnwagen geschüttet, die sie auf dem Lagerplatz verteilen.

Der Vorteil billiger Kohlenbeförderung macht sich jedoch am meisten bei großen Kraftwerken geltend, von denen die moderneren sämtlich elektrische Förderanlagen besitzen. Eine bemerkenswerte Anlage befindet sich im Kraftwerk Pratt-Straße der United Railway & Electric Co. in Baltimore. Dorthin wird die Kohle zu Wasser gebracht und mittels eines Huntschen Aufzuges nach dem Behälter über den Kesseln befördert (Fig. 821). Aus dem Behälter gelangt sie in die Wagen einer Hängebahn, wo sie gewogen und dann in die selbsttätige Feuerung geschüttet wird. Die Asche wird automatisch nach einem Behälter im zweiten Stockwerk befördert, aus dem sie in die Wagen gefüllt wird, die sie abfahren. In dem ganzen Betrieb ist für die Beförderung der Kohle und Asche nicht eine einzige Schaufel erforderlich. Das Kraftwerk leistet über 20000 PS. Um dabei den Betrieb bei einem Defekt der Transportvorrichtungen nicht unterbrechen zu müssen, sind diese durchaus in doppelter Ausführung vorhanden. Bei dieser Anlage bot die ungewöhnliche Förderhöhe von 46 m insofern Schwierigkeiten, als sie die Verwendung der Elektrizität als Triebkraft in Frage stellte. Eine befriedigende Lösung wurde schließlich durch P. O. Keilholtz, dem beratenden Ingenieur der genannten Eisenbahngesellschaft, vorgeschlagen. Die Aufzugmaschine wird aus einem Motorgenerator mit konstantem Strom gespeist, wodurch eine sanfte Aufzug-

bewegung erzielt und ein sehr befriedigender Betrieb erreicht wurde.

Als ein ausgezeichnetes Beispiel eines elektrischen Kraftwerkes kann das neue Kraftwerk der Rhode-Island-Untergrundbahn in Providence gelten. Das Werk liegt am Fuße der Manchesterstraße am Providencefluß; die Lage ist außerordentlich günstig. Es liefert sowohl Gleich- als auch Wechselstrom, ersteren für die Strecken in der Nähe des Werkes, den anderen für die Übertragung nach entfernteren Punkten. Das Gebäude macht einen imposanten Eindruck. Es ist durchaus feuersicher und mustergültig in Architektur und Ausführung. Es ist sehr hell, und die Anordnung der Maschinen ist ebenso bequem für die Bedienung wie vorteilhaft für einen sparsamen Betrieb.

Die Kohle wird gewöhnlich auf dem Wasserwege herangebracht. Ein Huntsches Becherwerk befördert sie nach dem Vorratsraum des Kraftwerkes. Ein Eimer von 500 kg Tragfähigkeit, zu dessen Bewegung ein 25 PS-Motor dient, hebt die Kohle aus dem Kahn in einen Behälter im Aufzugsturm. Von dort gelangt sie durch den Kohlenbrecher nach der automatischen Wage und in die Eimer des Conveyors. Für die Bedienung des Aufzugs, der gewöhnlich 500 kg Kohle in der Minute fördert, ist nur ein Mann im Aufzugturm erforderlich. Der Conveyor, der zugleich zur Beförderung der Asche dient, wird durch einen über den Behälter angeordneten 15 PS-Motor angetrieben. Sein Weg führt der Länge nach unter dem Kohlebehälter hin, an dem anderen Ende des Kesselhauses nach abwärts, unter den Aschetrichtern im Keller hin und zurück nach dem Aufzugturm. Den Übergang vom Turm nach dem Kesselhaus bildet eine überdachte Gitterträgerbrücke, auf dem Rückweg führt der Conveyor an der entsprechenden Stelle durch einen kurzen Tunnel. Durch eine Öffnung nach oben kann er dort die Kohle aufnehmen, die von den Wagen heruntergefallen ist. Die Längsachse des Conveyors ändert achtmal ihre Richtung. Seine Gesamtlänge beträgt 190 m; er enthält 270 Eimer. Der Turm hat eine Grundfläche von 5 × 10 qm, wird in einer Höhe von 5,5 m durch stählerne Säulen gestützt und erhebt sich 20 m über dem Boden bis zum Boden der Conveyorbrücke. Er enthält auch den Aschebehälter, der in eine Rinne zum Beladen der unter ihn gefahrenen Wagen ausläuft.

Der Kohlebehälter ist 48 m lang und 9 m breit; der Boden ist V-förmig mit einem Neigungswinkel von 45°. Er faßt 3000 t. Längs des Kesselraumes laufen zwei Reihen von Säulen, die mit den Mauersäulen das Gerüst des Kesselraumes bilden. Auf den ersteren Säulen ruht der Kohlebehälter, der in Eisenbeton ausgeführt ist. Für jeden Kessel ist im Boden des Behälters ein Fallrohr von 0,17 qm Querschnitt vorhanden, das unten mit einer Klappe versehen ist, durch die die Kohle nach Bedarf in einen Meßtrichter fällt. Dieser hängt mittels kleiner Räder an zwei Eisenträgern, die längs der Kesselstirnseiten geführt sind. Aus dem Meßtrichter fällt die Kohle in die Feuerung. Man geht jedoch damit um, die Meßtrichter durch automatische Wagen zu ersetzen, um eine Kontrolle über den Kohlenverbrauch zu haben. Die Feuerung, System Roney, läßt die Asche in Aschetrichter fallen, die durch Klappen unten geschlossen sind. Die Asche wird zur Nachtzeit oder wenn kein Kohlebedarf vorhanden ist, mittels des Kohleconveyors abgezogen.

Kleine Nachrichten.

Beschreibung ausgeführter oder geplanter Bahnanlagen sowie besonderer Systeme.

Die elektrische Bahn St. Johann—Riegelsberg—Heusweiler. Die von den Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerken, Frankfurt a. M., im Jahre 1906/07 gebaute elektrische Straßenbahn St. Johann—Riegelsberg—Heusweiler bedeutet die Erfüllung eines schon lange gehegten Wunsches.

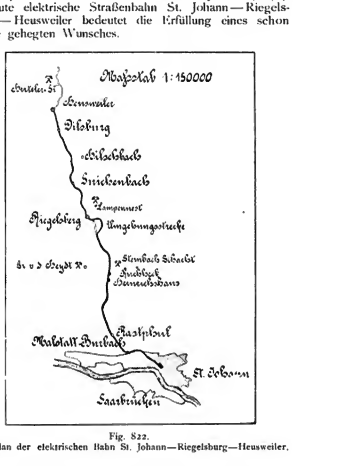


Fig. 822.

Lageplan der elektrischen Bahn St. Johann—Riegelsburg—Heusweiler.

Vor ihrem Bau waren die Post und ein recht einfacher Omnibus die einzigen öffentlichen Verkehrsmittel, die naturgemäß dem vorhandenen starken Verkehrsbedürfnis nicht im entferntesten genügen konnten. Infolgedessen blieb der Geschäftsverkehr zwischen den genannten Orten auf das notwendigste beschränkt, während ein Touristenverkehr überhaupt nicht vorhanden war, obgleich das an den nördlichen Rand des Köllertaler Waldes angrenzende Köllertal zu den schönsten Teilen des Saargebirges gerechnet werden darf. Vor allem hatten aber die Bergleute, die in den Gruben der Kgl. Berginspektion »Von der Heydt« beschäftigt werden und den Hauptteil der Bevölkerung ausmachen, ein großes Interesse an einer guten Verkehrsverbindung, da die Anfahrwege der Grubenanlagen »Von der Heydt« zum Teil sehr weit sind. Es werden denn auch seit der Betriebseröffnung der Bahn täglich ca. 800 Bergleute befördert.

Die Bahn (vgl. Fig. 822) nimmt ihren Anfang in St. Johann vor der Bergwerksdirektion und benutzt zunächst bis zur Haltestelle Schleifmühle in Malstatt-Burbach die Gleise der bereits früher vorhandenen Straßenbahn im Saartal. Da diese Bahn mit Rollenkontakt fährt, während die eigene Strecke der Bahn St. Johann—Riegelsberg—Heusweiler für Schleifbügel eingerichtet ist, trägt jeder Motorwagen zwei Stromabnehmer, einen für Rollen- und einen für Schleifkontakt (vgl. Fig. 823). Von Halte-

stelle Schleifmühle an benutzt die Bahn eigenes Gleis. Sie verfolgt von hier ab zunächst die steile Lebacherstraße bis zum Rastphul und weiter die hier anschließende Provinzialchaussee an den Haltestellen Siebeneichen, Heinrichshaus (Haltestelle von Von der Heydt), Kirschbeckschacht vorüber bis zur Holzerstraße. Hier verläßt die Bahn die Provinzialchaussee, um das dort vorhandene tiefe Tal auf eigenem, durch Anschüttung eines Dammes und einen Einschnitt in den Berg hergestellten Bahnkörper von ca. 500 m Länge zu umgehen, und biegt dann kurz vor Riegelsberg wieder in die Chaussee ein. Hinter Riegelsberg werden dann die Ortschaften Guichenbach, Hilschbach, Dilsburg passiert, und in Heusweiler, in der Nähe des projektierten Bahnhofs der Köllertalbahn, hat die Bahn ihren vorläufigen Endpunkt erreicht.

Die gesamte Betriebslänge beträgt ca. 14 km, wovon 0,85 km auf die Gleise der Straßenbahn im Saartal entfallen. Die Strecke weist zum Teil recht beträchtliche Steigungen auf, wie aus dem Längenprofil (Fig. 824) ersichtlich ist.

Die größten Steigungen betragen:

97 ‰
79 ‰
76 ‰ } auf kürzere Strecken;
70 ‰ mittlere Steigung auf ca. 850 m.
52 ‰ mittlere Steigung auf ca. 1500 m.

Die Strecke ist eingleisig gebaut und mit den für eine viertelstündige Wagenfolge erforderlichen Ausweichen versehen.

Fig. 823. Ansicht des Motorwagens.

die auf einer kräftigen Packlage und Kleinschlagbettung verlegt sind. — Auf der oben erwähnten Talumgehungsstrecke ist der eiserne Oberbau mit Vignolschienen, Profil

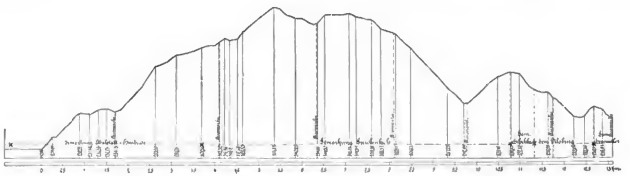


Fig. 824. Längsprofil der elektrischen Bahn St. Johann—Riegelsburg—Heusweiler.

Auf den öffentlichen Straßen besteht der eiserne Oberbau aus Rillenschienen, Profil Phönix 14 B mit doppelseitigen Fußlaschen, im Gewicht von 42,4 kg/m Schiene,

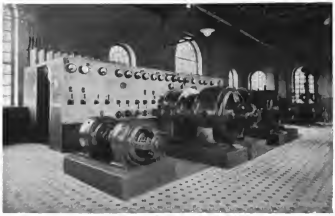


Fig. 825. Blick in das Umformerwerk.

Burbacherhütte, im Gewicht von 24,2 kg/m Schiene, ausgeführt, die auf hölzernen Querschwellen verlegt sind. Als Bettung dient aus zerkleinerter Hochofenschlacke hergestellter Kleinschlag.

Die Fahrleitung besteht durchweg aus zwei Profilkupferdrähten von je 65 qmm Querschnitt und ist an eisernen Gittermasten verlegt. Die Speisung der Fahrleitung erfolgt an zwei Punkten, in Riegelsberg in Höhe des Lampennester Weges und in Guichenbach. Als Speiseleitungen dienen insgesamt fünf Kupferseile von je 95 qmm Querschnitt, von denen drei auf die Strecke Lampennester Weg und zwei auf die Strecke Umformerwerk—Lampennest-Molkerei—Guichenbach entfallen. Von den genannten Speisepunkten aus wird die Stromzuführung nach der Fahrleitung noch durch entsprechende Verstärkungsleitungen unterstützt und zwar auf der Strecke Lampennester Weg—St. Johann durch Leitungen von 1 × 95 qmm und 2 × 70 qmm in einer Länge von 3,5 bzw. 5,5 km und auf der Strecke Molkerei Guichenbach—Heusweiler durch Leitungen von 2 × 80 qmm in einer Länge von 2,6 km.

Fig. 826. Bahnmotor für 50 PS Stundenleistung.

Die Rückleitung erfolgt durch die Schienen; vom Lampennester Weg in Riegelsberg bilden fünf Kupferseile von je 95 qmm Querschnitt, die gleich den Speiseleitungen an den eisernen Gittermasten verlegt sind, die Rückleitung zu dem in einiger Entfernung vom Gleis gelegenen Umformerwerk.

Die elektrische Energie wird von der Kgl. Berginspektion »Von der Heydt« in Form von Drehstrom mit 5000 Volt Spannung geliefert und von dem in Lampennest errichteten Umformerwerk in Gleichstrom von 620 Volt Spannung umgeformt.

Fig. 825 zeigt den Maschinenraum des Umformerwerkes. Es waren zunächst aufgestellt zwei Drehstrom-Gleichstromumformer von je 100 KW Leistung. Die zum Antriebe der Umformer dienenden Drehstrommotoren sind Synchronmotoren und mit eigenen, eingebauten Erregermaschinen für 110 Volt ausgerüstet, da eine Verwendung der Gleichstromspannung von 620 Volt für die Erregung zu große Unbequemlichkeiten mit sich gebracht hätte. Anfang des Jahres ist ein weiterer Drehstrom-Gleichstromumformer von 200 KW Leistung zur Aufstellung gelangt, der aber in Fig. 825 noch nicht zu sehen ist, da diese Aufnahme aus dem vergangenen Jahre stammt.

Das Umformerwerk ist ferner ausgerüstet mit einer Pufferbatterie von 290 Zellen, die eine Kapazität von 247 Amp.St. besitzt, und einer Zusatz-Lademaschine von 3,6 bis 10 KW Leistung bei einer Spannung von 60 bis 200 Volt.

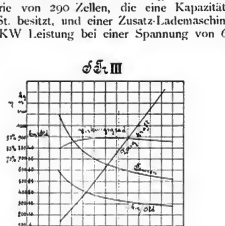


Fig. 827.
Charakteristische Kurven des Bahnmotors für 50 PS Stundenleistung.

Der Wagenpark besteht aus 11 Motorwagen und 11 Anhängewagen. Die Motorwagen sind quersitzig gebaut und haben einen Fassungsraum von 18 Sitz- und 14 Stehplätzen. Die Plattformen sind nach vorn durch Glasvorbauten mit herablaßbaren Fenstern vollständig geschlossen. Seitlich sind verriegelbare Schiebetüren vorgesehen.

Der Antrieb jedes Motorwagens erfolgt durch zwei Motoren von je 50 PS Leistung mittels Zahnradübersetzung. Fig. 826 zeigt einen der Motoren mit dem Schutzkasten für den Zahnradantrieb, während die Kurven in Fig. 827 über Wirkungsgrad, Umdrehungszahl, Zugkraft und Fahrgeschwindigkeit Aufschluß geben.

Zwei von den Motorwagen sind als Längssitzwagen mit aufklappbaren Bänken und mit je einer Mittelwand ausgeführt. Sie sind für die Beförderung von Postsachen bestimmt und halten stets die eine Abteilung für diesen Zweck reserviert. In Fig. 823 ist ein solcher Motorwagen dargestellt, bei dem auch ein Briefeinwurf vorgesehen ist. Es ist übrigens im vergangenen Frühjahr auch der Stückgutverkehr eingerichtet und hierfür ein besonderer Motorgüterwagen beschafft worden.

Die Anhängewagen sind mit Längssitzen versehen und besitzen einen Fassungsraum von je 20 Sitz- und 14 Stehplätzen. Die Bremsung der Motorwagen erfolgt mittels Schienenbremse, die der Anhängewagen durch Solenoidbremse. Beide werden durch den Kurzschlußstrom der Motoren erregt.

Fig. 828. Wagenhalle in Heusweiler.

Für die Aufnahme, Unterhaltung und Reparatur des Wagenparkes ist in Heusweiler eine viergleisige Wagenhalle mit Reparaturwerkstätte und Magazin und den erforderlichen Revisions- und Montagegruben errichtet (Fig. 828).

Die Reparaturwerkstätte enthält eine Räderdrehbank, eine Drehbank zum Abdrehen der Kollektoren, Bohrmaschine, Schleifstein, Schmiedefeuer etc. Zum Antriebe der Werkzeugmaschinen dient ein Elektromotor von 7 PS Leistung.

In Guichenbach ist eine zweite Wagenhalle errichtet, in der hauptsächlich Reservewagen untergebracht werden, damit nötigenfalls auch von Riegelsberg bzw. Guichenbach aus besondere Züge abgelassen werden können.

Zwischen den Haltestellen Schleifmühle und Heusweiler, also auf der ganzen eigenen Linie, ist ein besonderes Streckentelephon mit 13 auf der Strecke verteilten Anschlüssen eingerichtet. Jeder Motorwagen führt einen transportablen Apparat mit sich, der bei einer etwaigen Betriebsstörung an die nächste Haltestelle angeschlossen wird, an denen geeignete Anschlußlosen vorhanden sind. Auf diese Weise können sich die Wagenführer jederzeit und ohne großen Zeitverlust mit der Betriebsleitung telephonisch in Verbindung setzen.

Für den Personenverkehr sieht der Sommerfahrplan an den Wochentagen eine halbstündige, an Sonn- und Feiertagen eine viertelstündige Wagenfolge vor, der Winter-

fahrplan an den Wochentagen eine einstündige, an Sonn- und Feiertagen eine halbstündige Wagenfolge.

Die Beförderung der Bergleute erfolgt unabhängig von dem allgemeinen Personenverkehr in besonderen Zügen, bestehend aus einem Motorwagen und ein oder zwei Anhängewagen. Der Zug trägt zur Unterscheidung von den fahrplanmäßigen Wagen vorn ein Schild mit der Bezeichnung »B. Z. I.« (Bergleutezug der Berginspektion I) und darf nur von den Bergleuten für die Fahrt zu oder von der Arbeitsstelle benutzt werden. Entsprechend den einzelnen Schichten verkehren diese Sonderzüge dreimal täglich und zwar morgens, mittags und abends.

Der Betrieb der Bahn wurde am 20. Januar 1907 teilweise, am 1. Juli 1907 in vollem Umfange aufgenommen und von der Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke A.-G. als Erbauerin im ersten Betriebsjahre geführt. Die Einnahmen der Bahn sind bereits in diesem ersten Betriebsjahre überraschend gute gewesen und auch im zweiten Betriebsjahre weiter gestiegen. Die Ausgaben sind verhältnismäßig gering, da die Kgl. Bergverwaltung in entgegenkommender Weise den elektrischen Strom für den allgemeinen Verkehr zum Selbstkostenpreis und den für die Bergleute-Sonderzüge kostenfrei liefert.

Bremsen.

Luftpumpe mit elektrischem Antrieb für Gleichstrom- und Wechselstrombahnen. Für Wechselstrombahnen und für Bahnen, die teils mit Wechselstrom, teils mit Gleichstrom betrieben werden, ist eine besondere elektrische Luftpumpe durchgebildet und kürzlich auf den Markt gebracht worden. Sie ist, wie Fig. 829 zeigt, vollkommen gekapselt, aber Motor und Pumpe sind voneinander getrennt. Nur bildet ein Anguß am Zahnradlager des Motors zugleich den oberen Teil des Schutzkastens für das große Zahnrad, die Teilung wurde vorgenommen, damit man im Fall einer Beschädigung des einen Teiles nur diesen zu ersetzen braucht. Das Gehäuse des Motors ist von dem der Luftpumpe durch einen Luftraum von 15 mm getrennt, damit die von der Pumpe ausgestrahlte Kompressionswärme von dem Motor ferngehalten wird. Die Zylinder der Luftpumpe sind mit den Lagern für die Kurbelwelle und dem Unterteil des Zahnradgehäuses aus einem Stück gegossen. Die Kurbel-

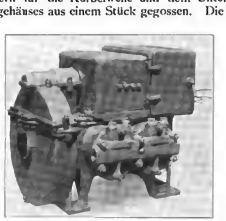


Fig. 829. Luftpumpe, angetrieben durch einen Motor für Gleich- und Wechselstrom.

welle ist zwischen den Kurbeln nochmals gelagert, um die Bruchgefahr zu beseitigen. Die Luftpumpe besitzt zwei einfach wirkende Zylinder und Tauchkolben.

Der Kolbenkopf besitzt Saugventile an den Seiten und ein Druckventil in der Mitte. Das Druckrohr führt ohne Krümmungen nach dem Hauptluftbehälter. Von den Saugöffnungen kann eine allein oder auch beide benutzt werden. Sie sind mit dichten Sieben versehen, die Staub und andere Fremdkörper von den Zylindern fernhalten. Die Ventile schließen durch ihr Eigengewicht, unterstützt durch den Luftdruck. Federn oder Steuerungen sind nicht vorhanden.

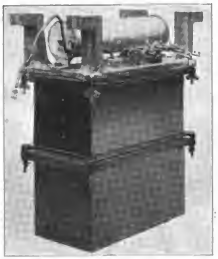


Fig. 830. Relais für den Betrieb der Luftpumpe.

Der Antriebsmotor, ein vierpoliger Kommutatormotor mit zwei Folgepolen, ist für Gleichstrom von 500 bis 600 Volt und für Wechselstrom von 280 bis 340 Volt bei 25 Perioden gebaut. Die Feldwicklung ist für Gleichstrom und Wechselstrom besonders ausgeführt. Die Polschuhe sind geblättert und mit einer Kompensationswicklung für Wechselstrom versehen, die aus vier getrennten, in sich kurzgeschlossenen Spulen besteht. Das Eisengestell des Motors ist aus der Grundplatte, dem Magnetgestell und dem Schutzgehäuse zusammengesetzt. Das Schutzgehäuse ist mit dem Magnetgestell und der Grundplatte verschraubt. Das Magnetgestell ruht auf der Grundplatte und wird in horizontaler wie in vertikaler Richtung durch Stellschrauben zentrisch zum Anker festgelegt, die eine bequeme Montage ermöglichen. Zur Stromzuführung zum Anker dienen zwei Bürstenstifte mit je zwei Bürsten.

Beim Ingangsetzen der Luftpumpe wird der Motor bei Gleichstrom wie bei Wechselstrom unmittelbar an die volle Netzspannung gelegt. Ein in Fig. 830 dargestelltes Relais stellt selbsttätig die nötigen Verbindungen her durch Zugmagnete, die nur auf eine Stromart ansprechen. Das Relais ist vollkommen eingekapselt, damit es durch die Einflüsse der Witterung, denen es ausgesetzt ist, nicht beschädigt wird.

Die gesamte Luftpumpe wird in einer Wiege am Wagenfußboden aufgehängt und kann so allseitig von einem kühlenden Luftstrom bestrichen werden. Die Pumpe kann in der Minute 2,3 cbm Luft komprimieren. Sie wurde bereits in größerer Zahl für die Überlandstrecken der elektrischen Bahn von Milwaukee geliefert.

Frank C. Perkins.

Neue Bücher.

Moderne Dampfturbinen und Turbinenschiffe. Von Dr. A. Krebs. 3. Auflage. Berlin, Verlag von Georg Siemens.

Der Verfasser wendet sich mit dem vorliegenden Buche an einen größeren Leserkreis und versucht das Grundsätzliche über die Dampfturbinen und Turbinenschiffsantriebe ganz gemeinfasslich darzustellen.

Auf Grund des Vergleiches der Arbeitsvorgänge der Dampfmaschinen und der Dampfturbinen werden die Vorzüge der Turbinen hervorgehoben und weiter die Theorie und die einzelnen Systeme kurz besprochen.

Bei der Besprechung der Druck- und Überdruckturbinen und deren Geschwindigkeitsverhältnisse macht leider der Verfasser einen nicht unbedeutenden Fehler, welcher den Leser, zu dem sich Herr Dr. A. Krebs mit seinem Buche wendet, zu den irrtümlichen Anschauungen führen kann. Auf Seite 13 wird über die Überdruckturbinen folgendes gesagt: »Die ausgeführten Turbinen geben einen Reaktionsgrad so, daß die Umfangsgeschwindigkeit höchstens 1,4 mal höher liegt als bei den Aktionsturbinen unter sonst gleichen Verhältnissen . . .« Das ist nun ganz richtig, und daraus schließt man sofort, daß der sog. Reaktionsgrad $= \frac{1}{2}$ gemeint ist. Auf Seite 15 findet man jedoch bei der Besprechung der Dampfgeschwindigkeiten in Druck- und Überdruckturbinen folgende Bemerkung: »Für Reaktionsturbinen mit dem Reaktionsgrad von 1,4 werden die Dampfgeschwindigkeiten 1,4 mal größer« (als für Aktionsturbinen) . . .

Erstens — kann der Reaktionsgrad den genannten Wert nie erreichen, da derselbe immer kleiner als 1, und wie eben gesagt, gleich $\frac{1}{2}$ ist; zweitens — sind die Dampfgeschwindigkeiten in Reaktionsturbinen 1,4 mal kleiner (nicht aber größer) als in den Aktionsturbinen. Infolgedessen ist die Zahlentafel (Seite 16), die auf Grund dieser falschen Annahme berechnet worden ist, auch ganz falsch. In der ersten Zeile derselben z. B. wird die Dampfgeschwindigkeit in der Überdruckturbine so angegeben, da dieselbe bedeutend höher ist als theoretisch möglich.

Bei der Beschreibung der modernen Dampfturbinen sind zwar alle gebräuchlichsten Systeme erwähnt worden, doch wäre es wünschenswert, daß die verbreitetste und die bedeutendste Turbine, die von Parsons, etwas eingehender besprochen worden wäre. In dem Buche ist nur ein Schema dieser Turbine zu finden, während z. B. die Elektra-Dampfturbine in acht ausführlichen Zeichnungen dargestellt ist.

Im zweiten Teil des Buches (Seite 71 bis 109) werden die Schiffsmaschinenanlagen und die Erfahrungen über den Dampfmaschinen- und Dampfturbinenantrieb kurz besprochen. Dieser Teil des Buches, der dem Verfasser bedeutend besser als der erste gelungen ist, gibt jedem, der sich für diese Frage interessiert, die Möglichkeit, eine ganz allgemeine Vorstellung über den Turbinenantrieb der Schiffe leicht zu gewinnen.

Dr.-Ing. Ws. Jasinsky.

Zeitschriftenschau.

(* bedeutet mit Abbildungen im Text oder auf Tafeln.)

A. Gewinnung und Übertragung elektrischer Triebkraft.

3. Umwandlung der mechanischen Energie in elektrische.

The Overload Capacity of Steam Turbines. (Electric., Lond., 22. Mai 1908, S. 214.)* In einer Spinnerei wurden für den gewöhnlichen Betrieb 1000 KW benötigt, zu deren Deckung zwei Turbinensätze von je 500 KW Normalleistung aufgestellt wurden. Bei höherem Bedarf können sie dauernd bis zu je 1000 KW abgeben, wenn der Niederdruckteil der Dampfturbinen Frischdampf erhält. Die Drehstrommaschinen sind so bemessen, daß sie dauernd 1000 KW leisten können. Die Erstellungskosten für die Turbine selbst sind daher niedrige, während die Mehrkosten für die größeren Drehstrommaschinen

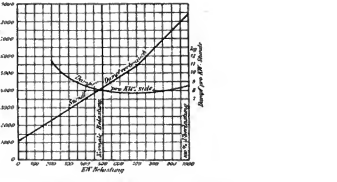


Fig. 831. Dampfverbrauch der Dampfturbine bei 3000 Umdr., 100° C Überhitzung, 93% Luftleere.

im Vergleich zu den Gesamtkosten nicht sehr erhebliche sind. Der Dampfverbrauch ist beim Betriebe mit zwei Maschinen von je 500 KW nicht höher, als er beim Betriebe nur einer Maschine von 1000 KW sein würde; während diese mit 1500 Umdr. laufen könnte, werden jene mit 3000 Umdr. pro Min. betrieben. Natürlich ist die Wirtschaftlichkeit der Dampfturbinen bei der Belastung mit 1000 KW nicht so günstig wie bei der Belastung mit nur 500 KW. Der Unterschied ist nicht groß, wie aus der Dampfverbrauchslinie (Fig. 831) hervorgeht. Die Dampfspannung beträgt 10 kg/qcm, die Überhitzungstemperatur 90° C, die Luftleere in dem bei den Maschinensätzen gemeinschaftlichen Kondensator 93%. Die Drehstrommaschinen sind für 500 Volt bei 50 Perioden gewickelt. Beim Betriebe einer Maschine mit 1000 KW Belastung sinkt die Luftleere im Oberflächenkondensator von 93 auf 90 bis 91%.

6. Wirtschaftliche Untersuchungen.

Methode of Investigating the Cost of Producing Electrical Energy. By Edwin D. Dreyfus. (El World, 4. Juli 1908, S. 19.)* Viele, vor allen Dingen kleinere Kraftwerke, begnügen sich bei der Aufstellung der Selbstkosten der erzeugten Energie damit, allgemein zugängliche Ergebnisse über den Zusammenhang von erzeugten KW.St. und Brennstoffverbrauch zu Rate zu ziehen, ohne sich auf nähere Berücksichtigung der bei ihnen vorliegenden Verhältnisse einzulassen. Es wird hier an einem Beispiele gezeigt, wie die Ermittlung der Selbstkosten praktisch zu erfolgen hat. Das betrachtete Kraftwerk umfaßt einen 500 KW-Dampfturbinensatz und je einen Dampfmaschinensatz zu 500 und 300 KW, die den erforderlichen Dampf von vier horizontalen Wasserrohrkesseln für je 350 PS erhalten. Im normalen Betriebe beträgt der Dampfdruck 10,2 Atm., das Dampfturbinenvakuum 708 mm Hg und das Dampfmaschinenvakuum 658 mm Hg. Fig. 832 zeigt die Dampfverbrauchskurven der einzelnen Maschinen-

sätze bei verschiedenen Belastungen, und zwar stellen die ausgezogenen Kurven die Dampfverbrauchskurven bei der Abnahmeprüfung, die gestrichelten die Dampf-

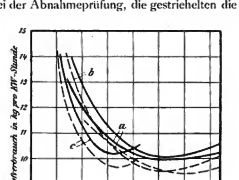


Fig. 832. Dampfverbrauchskurven bei 10,2 Atm. Dampfdruck, 708 mm Hg Turbinenvakuum und 658 mm Hg Maschinenvakuum.

a = 500 KW Dampfturbinensatz,
b = 500 " Dampfmaschinensatz,
c = 300 " Dampfmaschinensatz.

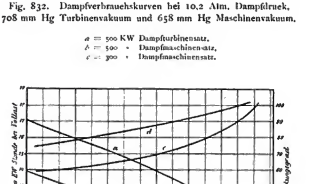


Fig. 833. Kurven für Dampfverbrauch und relativen Wirkungsgrad.

Relativer Wirkungsgrad bezogen auf die normalen Betriebsverhältnisse:
für die Dampfmaschinen bei 658 mm Vakuum = 100%,
für die Dampfturbinen bei 708 " Vakuum = 100%.
a = Dampfverbrauch der Turbine,
b = Dampfverbrauch der Dampfmaschine,
c = Relativer Wirkungsgrad der Dampfturbine,
d = Relativer Wirkungsgrad der Dampfmaschinen.

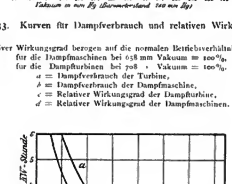


Fig. 834. Spezifischer Dampfverbrauch der Hilfsmaschinen etc.

a = 500 KW Dampfturbinensatz,
b = 500 " Dampfmaschinensatz,
c = 300 " Dampfmaschinensatz.

verbrauchskurven bei ununterbrochenem Betriebe dar. Für die Rechnung sind natürlich letztere die allein maßgebenden. Aus Fig. 833 ergibt sich für Vollast die Zunahme des spezifischen Dampfverbrauches bei einer Verschlechterung des Vakuums. Den

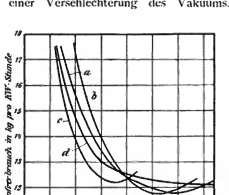


Fig. 835. Gesamter spezifischer Dampfverbrauch der Maschinensätze bei 10,2 Atm. Dampfdruck, 708 mm Hg Turbinenvakuum und 658 mm Hg Dampfmaschinenvakuum.

a = 500 KW Turbinensatz,
b = 500 " Dampfmaschinensatz,
c = 300 " Dampfmaschinensatz,
d = durchschnittlicher Dampfverbrauch jeder drei Einheiten.

Dampfverbrauch der Hilfsmaschinen, wie Kühlwasserpumpen, Vakuumpumpen, Speisewasserpumpen, Erregermaschinen der Generatoren, sowie die Verluste durch Strahlung und Kondensation zeigt Fig. 834, so daß sich schließlich der Dampfverbrauch pro nutzbare KW.St. an der Schalttafel gemäß Fig. 835 ergibt. Für die Kessel ist gleichfalls bei Dauerbetrieb die spezifische Verdampfung eine geringere als bei der Abnahme; dies zeigt Fig. 836. Aus Fig. 835 und 836 ergibt sich sodann Fig. 837, die

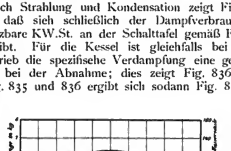


Fig. 836. Spezifische Verdampfung.

a = Verdampfung bei der Abnahme der Kessel,
b = Verdampfung im Betriebe,
c = erforderlicher Zug über den Feuern.

den Dampf- und Kohlenverbrauch des einzelnen Maschinensatzes unter Annahme eines mittleren Dampfverbrauches der drei Sätze für verschiedene Belastungen darstellt. Hieraus folgen schließlich unter Annahme eines Preises von M. 7 pro 1000 kg

Kohle, frei Kraftwerk, und nach Hinzufügung des erforderlichen Prozentsatzes an Löhnen u. dgl., die Selbstkosten pro nutzbare KW.St. an der Schalt-

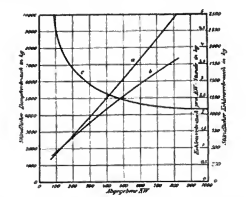


Fig. 837. Stündlicher Dampfverbrauch an Kohle und Dampf.

a = Dampfverbrauch in kgSt.
b = Kohlenverbrauch in kg/St.
c = Kohlenverbrauch in kg/KW.St.

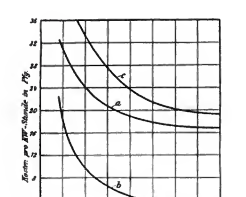


Fig. 838. Kurve der Erzeugungskosten pro KW.St. ohne Berücksichtigung von Verzinsung und Tilgung.

a = Kosten für Kohlen pro KW.St.,
b = Kosten für Löhne etc. pro KW.St.
c = Selbstkosten pro KW.St. (Summe der Einzelwerte der Kurven a und b)

tafel. Dies zeigt graphisch Fig. 838 als Funktion des prozentualen Belastungsfaktors des Kraftwerkes. Tilgung und Verzinsung der Anlage sind hierbei jedoch noch nicht berücksichtigt.

B. Nutzbarmachung elektrischer Triebkraft.

1. Antrieb von Hüttenmaschinen.

Motor Equipment of the Bethlehem Steel Companys Rail and Structural Mills. (El. World, 7. März 1908, S. 469.)[6] Die bisher in Amerika für Rollgangbetrieb und ähnliche schwere Betriebsarten verwendeten Bahnmotorentypen haben sich nicht bewährt. Grund: Kollektor zu gering bemessen, die normale Bahnmotorenspannung von 550 Volt ist zu hoch für Walzwerkanlagen, das Gehäuse und die Welle ist zu schwach bemessen. Die Crocker-Wheeler Company hat deshalb in Gemeinschaft mit Hütteningenieuren eine besondere Gleichstrommotortype für Walzwerkbetrieb ausgebildet. Gefordert war dabei: Spannung 230 Volt, befriedigende Kommutierung bei plötzlichem Umkehren und starken plötzlichen Überlastungen; Isolierung für sehr hohe Temperaturen, Nebenschlußwicklung außer der Reihenschlußwicklung, um ein Durchgehen zu vermeiden, außerordentlich hohes Anzugsmoment, Welle und Lager müssen so reichlich bemessen sein, daß sie, ohne gefedert zu sein, alle Belastungsstöße aufnehmen können, zweiteiliges Gehäuse zur leichten Auswechslung des Ankers, geringer Durchmesser des Ankers, um ein kleines Trägheitsmoment zu erhalten. — Mit 120 Stück von diesen Motoren (Gesamtleistung 6000 PS) ist das Walzwerk der Bethlehem Steel Comp. ausgerüstet.

The Driving of Modern Rolling Mills. By Gerard J. Hooghwinkel. (The Elect. Mag., Vol. IX, Nr. 4, S. 261.)[8] Besprechung der hinsichtlich Antrieb schwierigsten Walzwerke: Trios der schwersten Type und Umkehrstraßen.

1. Schwere Trios. Vorteile des unmittelbaren Antriebes durch Dampfmaschinen: Die Leistung läßt sich durch Veränderung der Füllung in weiten Grenzen und schnell verändern, desgleichen die Geschwindigkeit, wodurch das Schwungrad gut zur Wirkung kommt. Nachteile: Hoher Dampfverbrauch, große Abnutzung der Maschine, viele Löhne, großer Raumbedarf (Kessel) und ungleichmäßiges Drehmoment. Dampfverbrauch einer modernen Zweifach-Expansionsmaschine von 1200 PS mit Anschluß an eine Zentralkondensation: 6,7 kg für die indizierte PS.St. bei 8,4 Atm. abs. und 30° C Überhitzung, d. h. etwa 8,0 kg für die eff. PS.St. Diese Ziffern verstehen sich ausschließlich Dampfverbrauch der Kondensation und gelten nur für die Dauer des wirklichen Walzprozesses, der meistens viel kürzer ist als im allgemeinen angenommen wird. Der Dampfverbrauch über 24 Stunden gerechnet ist mindestens doppelt so groß.

Die Anlagekosten einer Gasmaschine einschließlich Rohrleitung und Reinigungsanlage werden zu 50% höher angegeben als die Kosten von Dampfmaschinen und Kesseln.

Als bemerkenswerter Vorteil des elektrischen Antriebes, besonders bei Förderanlagen wird angeführt die jederzeit ohne Schwierigkeit mögliche Kontrolle des Arbeitsverbrauches, wodurch schon häufig Anstände entdeckt wurden, die einen Mehrverbrauch an Energie von 30 bis 40% herbeigeführt hatten und die beim Dampf- und Gasmaschinenantrieb unentdeckt geblieben wären.

Dampfturbinenanlagen bei moderner Ausstattung und einem Kohlenpreis von M. 12 pro t.

Leistungsfähigkeit des Kraftwerkes ohne Reserven in PS	Jährlich erzeugte KW.St. in Mill.	Täglicher Belastungsfaktor %	Gesamte Erzeugungskosten einer KW.St. in Pf.	Gesamtes Anlagekapital in M.	Anlagekapital für eine installierte PS	Vorhandene Reserve %
1 500	6	60	3,8	510000	226	50
1 500	4	40	4,7	510000	226	50
5 000	18	60	3,0	1225000	196	25
5 000	12	40	3,8	1225000	196	25
10 000	40	60	2,6	2040000	170	20
10 000	26,5	40	2,1	2040000	170	20

Der Einfluß des Kohlenpreises wächst natürlich mit der Größe der Anlage, wie aus den tabellarischen Angaben auf Seite 736 hervorgeht.

Elektrisch angetriebene Umkehrwalzenstraßen in Europa im Betrieb bzw. im Auftrag.

Name des Werkes	Type des Walzwerkes	Erzeugnis des Walzwerks: Fertigprodukt	Erzeugnis des Walzwerks: Gewicht in t	Erzeugnis des Walzwerks: Ursprünglicher Querschnitt cm × cm	Erzeugnis des Walzwerks: Verlängerung	Erzeugnis des Walzwerks: Anzahl d. Stiche	Stündliche Leistungsfähigkeit in t	Walzen: Durchmesser in cm	Walzen: Drehzahl in der Min.	Walzen: Übersetzungsverhältnis des Antriebes	Antriebsmotor: Anzahl der in Betrieb befindlichen Anker	Antriebsmotor: Klemmenspannung der Anker in Volt	Antriebsmotor: Größtes Drehmoment in mt	Antriebsmotor: Größte Drehzahl bei voller Feldstärke	Antriebsmotor: Größte Drehzahl bei geschwächtem Feld	Antriebsmotor: Größte Leistung in PS	Schwungradmaschinensatz: Anzahl der in Betrieb befindlichen Dynamos	Schwungradmaschinensatz: Klemmenspannung der Anker in Volt	Schwungradmaschinensatz: System	Schwungradmaschinensatz: Größte Drehzahl in der Min.	Schwungradmaschinensatz: Anzahl und Gewicht der Schwungräder in t	Schwungradmaschinensatz: Normalleistung in PS	Kraftwerk: Primäre Antriebsmaschine	Kraftwerk: Spannung des zugeführten Stromes	Kraftwerk: Entfernung von Kraftwerk zur Walzanlage in m	Kraftwerk: Entfernung zwischen Walzanlage und Schwungradsatz in m
*Hildegardhütte	Blockwalzwerk, Vor- u. Feinstraße	35 kg-Schienen 45 cm-Träger	2	38 × 38	43	15 25	15	75	110 bis 140	1 : 1	3	330	79	110	140	9000	2	500	Drehstrom	375	2 je 26	2500	Dampfturbine	3000 V 50 ∼	119	10
*Resicza Hüttenwerke	Blockwalzwerk, Vor- u. Feinstraße, 4 Gerüste	35 kg-Schienen 45 cm Träger 8 × 5 cm Stabeisen	1,6 3,5	25 × 23 61 × 51	20 4,75	21 19	20 30/35	76 96	110 bis 150 bis 35	Trägerwalzwerk 1 : 1 das andere 2 : 1	2	550	79	110	150	9000	2	550	Drehstrom	417	2 je 26	2000	Gasmaschine	5200 V 20 ∼	503	119
*Resicza Hüttenwerke	Blechwalzwerk, 1 Gerüst, Universalwalzwerk, 1 Gerüst	6 mm Blech Lokom.-Rahmen	3,5 3,5	41 × 82 41 × 102	19 15	29 27	30 —	86 76	55 bis 150 110	Blechwalzwerk 2 : 1 das andere 3 : 1	2	550	79	110	150	9000	2	550	Drehstrom	417	2 je 26	2000	Gasmaschine	5200 V 20,8 ∼	503	174
*Kombacher Hütte	Stabeisenwalzwerk, 2 Gerüste	2 × 5 cm Stabeisen	2,1	23 × 18	16	13	60/70	81	120 bis 160	1 : 1	2	550	91,4	120	160	12500	2	550	Drehstrom	300	4 je 25	2800	1 Dampfturbine 2 Gasmaschinen	5500 V 50 ∼	300	14,6
Hustener Gewerkschaft	Blechwalzwerk, 2 Gerüste	Blech 700 mm breit 4 mm stark	1,25	—	—	17	20	76	120 bis 160	1 : 1	1	800	45,5	120	160	6250	2	400	Gleichstrom	405	2 je 26	1500	Gasmaschine	500 V	300	14,6
Firming Stahlwerke	Blockwalzwerk, 5 Gerüste, Panzerplattenwalzwerk	Stabeisen 2 × 5 cm 200 mm Blech	0,5	30,5 × 30,5	36	21	4	70 110	40 bis 51	2 : 6 : 1	1	500	40,5	110	140	3750	1	500	Gleichstrom	400	2 je 20	800	Dampfmaschine	220 V	250	11,9
*Dormann, Long & Co	Träger- und Schienenwalzwerk, 2 Gerüste	150 mm-Träger, ⌿ und T-Eisen	0,35	15 × 15	24	—	10	40	110 bis 160	1 : 1	1	400	32,5	110	160	3000	1	400	Drehstrom	400	2 je 20	950	Dampfturbine	2750 V 40 ∼	—	11,9
*Georgsmarienhütte	Blockwalzwerk, 1 Gerüst	Knüppel	2,5**	40 × 40 bis 50 × 50	15	17	50	90	90	1 : 1	2	750	86	60	90	7000	3	500	Gleichstrom	450	1 von 35	1300	Gasmaschine	500 V	500	49,4
Rheinische Stahlwerke	Blockwalzwerk, 1 Gerüst	Knüppel	2,5 bis 3,2	48 × 48	13	15	75	112	60	1 : 1	2	635	152	40	60	8400	2	650	Gleichstrom	450	1 von 38	1600	Gasmaschine	500 V	0	180
*Grillo, Funke & Co.	Röhrenwalzwerk	—	—	—	—	—	—	—	50	5 : 1	1	500	14,9	250	—	800	1	500	Drehstrom	500	1 von 5	800	Rhein.-Westfäl. Elektr.-Werk	5000 V 50 ∼	—	—
*Georg Fugmayer u. Söhne	Kupferblechwalzwerk	Knüppel	3	103 × 15	—	80	3	84	24	5 : 1	1	550	5,25	120	—	900	1	—	Wasserturbine mit Riemenübertragung	750	1 von 5	—	Wasserturbine	—	0	10
Ungarische Stahlwerke	Blockwalzwerk, 1 Gerüst	Knüppel Schienen	3 15	56 × 56 13 × 13	21 14	— —	36 18	102 76	94 140	5 : 1 1 : 1	1	1000	81	80	140	9000	2	500	Drehstrom	375	2 je 35	1800	Dampfturbine	8000 V 50 ∼	204	19,3

*) Im Betrieb. **) Erhöht auf 5 t.

Preis der Kohle M t	Erzeugungskosten einer KW St. in Pf.			Anteil der Kosten für Brennstoff an vorstehenden Erzeugungskosten in %		
	1500 PS	5000 PS	10000 PS	1500 PS	5000 PS	10000 PS
10	3.8	3.4	2.6	57	62	65
12	4.1	3.6	2.8	61	66	69
15	4.7	3.8	3.2	64	69	72

Gasmaschinenkraftwerke.

Hochste Leistungsfähigkeit des Kraftwerkes in PS	Gesamtanlagekosten M.	Gesamte Erzeugungskosten einer KW.St. in Pf.
2 100	714 000	2.4
7 000	1 840 000	1,7
14 000	3 060 000	1,36

2. Umkehrwalzenstraßen. Hier kommt der Gasmaschinenantrieb überhaupt nicht in Frage. Eine gute Walzenzugs-Dampfmaschine kann in 1 1/2 bis 2 Sek. auf volle Drehzahl gebracht werden. Ähnlich günstig ist es beim elektrischen Antrieb; die Motoren auf der Hildegardhütte, die für 4 Sek. Anlaßzeit berechnet waren, gebrauchten nur 2 1/2 Sek. Auf den Illinois Stahlwerken, wo ein Walzwerk mit zwei Walzen von je 76 cm Durchmesser von zwei 2000 PS-Motoren angetrieben wird, wobei die Walzen alle 4 Sek. von 0 auf 150 Umdr. pro Min. umgesteuert werden, beträgt trotzdem die mittlere Belastung des Kraftwerks nur 30% der höchsten von den Walzenzugsmotoren aufgenommenen Energiemenge.

The Development of Electric Power in Iron and Steel Works. By H. H. B. Deane. (The Elect. Mag., Vol. IX, Nr. 4, S. 217.)* Besprechung der Fortschritte in der Anwendung elektrischer Triebkraft in Eisen- und Stahlwerken unter besonderer Berücksichtigung der Transport- und Hebezeuge und anderer Hilfsmaschinen, Einführung der Dampfturbinen und der Großgasmaschinen. Das Kraftwerk einer Anlage, die jährlich 120000 t Roheisen erzeugt, in Stahl verwandelt und auf elektrisch angetriebenen Grob- und Feinstraßen zu Blechen, Stabeisen und Trägern auswalzt, müßte für eine Leistung von 3000 KW bemessen sein, d. h. drei Einheiten von je 1500 KW enthalten, wovon eine als Ersatz dient. Diese Leistung setzt sich aus 1600 KW zum Antrieb der Walzenstraßen und 1400 KW für Hilfsmaschinen zusammen und kann im allgemeinen gerade von den Hochöfen hergegeben werden.

Electrically-Driven Reversing Rolling Mills. (Elect. Enging., 23. April 1908.)* Vortrag von H. Crowe. Der Verfasser bringt Betriebsdiagramme über den Arbeitsverbrauch von Umkehrwalzwerken, System Ilgner. Es wurden Stahlingots von 1,45 bis 1,8 t Gewicht in verschiedene Profile ausgewalzt. Stangeneisen von 10 × 10 mm Querschnitt erforderte maximal 2500 KW, während im Kraftwerk ständig 600 KW abgegeben wurden. Bei 5 × 5 cm Profilen war der maximale Arbeitsverbrauch um 60% größer, während er bei einem Träger von 25 × 15 cm von 700 KW bei Beginn auf 1200 KW beim Auswalzen innerhalb sechs Minuten anstieg und maximal am Motor 4000 KW entnommen wurden. Pro t Walzeisen sind demnach erforderlich bei 10 × 10 cm Stangeneisen 25,4 KW bzw. 195 kg Dampf; 5 × 5 cm Profil: 38 KW und 295 kg Dampf; 25 × 15 cm Träger 50 KW, 390 kg Dampf. In der Rombacher Hütte wurde bei 8 × 8 cm Profil, welches aus 2 t Ingots hergestellt wird nur 22 KW pro t im Kraftwerk verbraucht. Nach »Stahl und Eisen« ergeben sich für 10 × 10 cm: 29 KW und 5 × 5 cm: 52 KW pro t ausgewalztes Material. Die stündliche Erzeugung beträgt 12 bis 18 t. Der Verfasser empfiehlt, die erforderliche Energie von größeren Überlandkraftwerken zu beziehen und nur in großen Hüttenwerken ein eigenes Kraftwerk zu errichten.

Die elektrischen Betriebsmittel für die Hochofenbeschickung. Von Ing. C. Schiebeler, Düsseldorf. (Stahl und Eisen, Nr. 28, 8. Juli 1908.) Unter Zugrundelegung von Konstruktionen der Allg. Elekt.-Ges. und der Benrather Maschinenfabrik wird die Ausführung des elektrischen Teiles von Hochofenaufzügen, der Maschinen zum Antrieb der Trichterdrehwerke sowie der Gichtglockenwinden beschrieben. Hochofenaufzüge durch zwei Motoren, von denen einer zur Reserve dient, angetrieben. Bei Gleichstrom Verwendung von Doppelschlußmotoren, die für gewöhnlich als Hauptstrommotoren und nur bei eintrümigem Notbetrieb als Doppelschlußmotoren arbeiten. Bei größeren Leistungen Reihenparallelschaltung. Rechtzeitiges Anhalten des Aufzuges durch Endausschalter gesichert. Bei größeren Geschwindigkeiten besonderer Sicherheitsendausschalter, der den Strom schon unterbricht, wenn einige Meter vor Hubende die Geschwindigkeit nicht genügend vermindert ist. Elektrische Bremsung unter Benutzung eines dem Anker parallel geschalteten Bremswiderstandes. Für Steuerung der Motoren Schützensteuerung verwandt.

Steht Drehstrom zur Verfügung, kann der Reservemotor zur elektrischen Bremsung mittels Gegenstrom benutzt werden. Steuerapparate mit Kohlekontakten versehen.

Zum Antrieb des Trichterdrehwerkes Motor in Abhängigkeit von der Stellung des Förderwagens unter Zuhilfenahme des Teufenzeigers gesteuert; kurz bevor der Förderwagen oben angelangt ist, wird der Motor abgestellt. Beschreibung der dazu erforderlichen Apparate. Angabe ausgeführter Anlagen.

The Electrical Equipment of the Stanningley Ironworks. (Elect. Enging., 23. Juli 1908.)* Die Eisenwerke der Firma John Butler & Co. sind vom Dampfbetriebe zum elektrischen Kraftbetriebe übergegangen. Die elektrische Energie wird mittels zweier 25 km langer Fernleitungskabel vom Kraftwerk der Yorkshire Elect. Power Co. in Form von Drehstrom von 10000 Volt, 50 Perioden bezogen und auf 400 Volt Spannung mittels Transformatoren umgewandelt. Der Verbrauch wird auf der Niederspannungsseite mittels dreier 1000 Amp.-Ferrantizähler gemessen. Die Transformatoren, Schalter und Meßapparate sind in einem zweistöckigen Gebäude untergebracht, die Hochspannungsschalter und Apparate sind nach dem Zellensystem angeordnet. Von den Niederspannungssammelschienen zweigen sechs Verteilungskabel mit eigenen Verteilungsschalttafeln ab, an die 52 Motoren mit 962 PS Gesamtleistung und 2 bis 140 PS Einzelleistung angeschlossen sind.

Herausgegeben von Professor Dr.-Ing. Walter Reichel in Charlottenburg. — Druck von R. Oldenbourg in München.

UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 08002 3651